



Kombinationsträning

- Maximal styrka och aerob förmåga

Henrik Petré och Pontus Löfving

GYMNASTIK- OCH IDROTTSHÖGSKOLAN
Examensarbete 129:2014
Tränarprogrammet 2012-2015
Handledare: Niklas Psilander och Karin Söderlund

Sammanfattning

Syfte och frågeställningar

Syftet med denna studie var att undersöka utveckling av styrka och aerob förmåga vid kombinationsträning med olika intensitet och volym i den aeroba träningen. Studiens frågeställningar var: (1) Utvecklas maximal styrka olika då styrketräning kombineras med antingen högintensiv aerob träning i intervallform eller aerob medelintensiv kontinuerlig träning? (2) Vilket av dessa två kombinationsprogram är effektivast för att öka maximal syreupptagningsförmåga (VO_{2max}), laktattröskeln, maximalt blodlaktat och tid till utmattning?

Metod

En kvantitativ träningsstudie genomfördes med 18 manliga försökspersoner (fp) som under en sex veckors period fick bedriva styrketräning och aerob träning kombinerat i ett och samma träningsprogram. Fp delades in i två olika grupper om vardera nio personer där den aeroba träningen skiljde grupperna åt. Under den sex veckor långa träningsperioden fick båda grupperna utföra ett vetenskapligt förankrat styrketräningsprogram med knäböj som övning tre gånger i veckan i syfte att utveckla maximal styrka. Direkt efter avslutat styrkepass fick ena gruppen (försöksgruppen) dessutom utföra ett högintensivt aerobt träningspass i intervallform på ergometercykel med liten volym (4-20 min), medan den andra gruppen (kontrollgruppen) istället fick utföra ett aerobt medelintensivt kontinuerligt träningspass med större volym (40-80 min). Såväl före som efter den sex veckor långa träningsperioden fick samtliga fp genomföra tester med identiskt testförfarande. Härmed kunde skillnader i utveckling av maximal styrka i 1RM i knäböj, VO_{2max} , förmåga att bilda och hantera laktat samt tid till utmattning mellan de två grupperna undersökas.

Resultat

Resultatet visade att både kontroll- och försöksgrupp ökade signifikant i styrkeövningen 1RM i knäböj. Vidare ökade båda grupperna signifikant i VO_{2max} , tröskelbelastning samt tid till utmattning vid ergometercykling. Försöksgruppen ökade signifikant mer i blodlaktatnivå vid tröskelbelastningen än kontrollgruppen. Dessutom fanns en statistisk tendens som visade att försöksgruppen ökade sin förmåga att utveckla maximalt blodlaktat mer än kontrollgruppen. Utöver detta förekom ingen signifikant skillnad i utveckling grupperna emellan för någon av övriga uppmätta variabler. Dock kunde en statistisk indikation noteras vid summering av samtliga prestationspåverkande variabler som mättes i studien, vilken talade för att försöksgruppens träning hade mer positiva effekter ur ett prestationsperspektiv jämfört med kontrollgruppens träning.

Slutsats

Maximal styrka utvecklas likvärdigt oavsett om styrketräning kombineras med högintensiv aerob träning i intervallform eller aerob medelintensiv kontinuerlig träning. Högintensiv aerob träning i intervallform är dock väldigt effektiv ur ett prestationsperspektiv då den utvecklar en mängd fysiska delkapaciteter med väldigt liten tidsåtgång.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	1
2	Syfte och frågeställningar	2
3	Metod	3
3.1	Experimentellt förhållande till problemet	3
3.2	Försökspersonerna	3
3.3	Tester	4
3.4	Träningsprogram	7
3.5	Materiel	11
3.6	Nutrition	12
3.7	Validitet, reliabilitet och etiska överväganden	12
3.8	Statistik	13
4	Resultat	13
4.1	Antropometri	13
4.2	Styrka	13
4.3	Laktattröskel	14
4.4	VO _{2max}	15
4.5	Maximalt blodlaktat	17
4.6	Tid till utmattning	17
4.7	Summerad prestationsförmåga	18
5	Diskussion	18
5.1	Utveckling av maximal styrka	18
5.2	Utveckling av aerob förmåga	20
5.3	Kombinationsträning	22
5.4	Kritisk värdering och framtida forskning	23
	Käll- och litteraturförteckning	26

Bilaga 1 Uträkning av intensiteten 100 % av VO_{2max} samt laktattröskeln

Bilaga 2 Litteratursökning

1 Bakgrund

Ishockey är en lagidrott som karaktäriseras av hög intensitet och snabba riktningförändringar. Idrotten har utvecklats i en enorm fart och ställer år för år allt högre krav på utövarens fysiska kapacitet. (Montgomery 2006; Quinney, Dewart, Game, Snyder, Warburton & Bell 2008). För att klara av idrottens höga fysiska krav krävs att spelaren förbereder sig genom träning både på och utanför isen. En ishockeysäsong består huvudsakligen av förberedelseperiod, tävlingsperiod och övergångsperiod. Under förberedelseperioden i Sverige bedrivs en stor del av träningen utanför isen.

Flera fysiologiska faktorer är av vikt för optimal prestation. Power har visat sig vara den fysiska delkapacitet som är absolut viktigast inom ishockey (Twist & Rhodes 1993). En av de mer omfattande långtidsstudierna som har utförts på ishockeyspelare på absolut högsta seniornivå är studien av Quinney et al. (2008). I denna studie påvisas en tydlig ökning av anaerob power i benmuskulaturen under tidsperioden 1979-2005, från peakvärden på ca 10-12 W/kg i studiens tidiga år till peakvärden på ca 14-15 W/kg i studiens sista år. Således verkar det som att power inte är något som stagnerar i utvecklingen av ishockeyspelare på högsta seniornivå. Det krävs troligen ett ständigt utvecklande av denna fysiska delkapacitet för att kunna konkurrera på yppersta världselitnivå. Då power är en produkt av kraft och hastighet innebär detta att power kan utvecklas genom ökning av kraft och/eller hastighet. För att utveckla kraft i benmuskulaturen är knäböj med skivstång en väl beprövad styrkeövning. Träning av tunga knäböj, vilken främst fokuserar på utvecklingen av kraft, har därmed positiv inverkan på utvecklingen av power och användes därför i denna studie.

Enligt Bompa och Haff (2009, s. 261) kan styrka definieras som människans neuromuskulära systems maximala viljemässiga förmåga att utveckla kraft mot ett yttre motstånd, i knäböjens fall skivstången. Enligt Bompa och Haff (2009, s. 274) är repetitioner mellan en och sex att föredra för optimal utveckling av maximal styrka. Dessutom visar en studie av Rhea, Alvar, Burkett och Ball (2003) att ett minimum av tre set krävs för att uppnå styrkeutveckling. Enligt samma studie krävs dock 4-8 set för optimal styrkeutveckling hos vältränade individer. Det är även väl klarlagt att en vila på 3-5 minuter är lämplig vid träning av maximal styrka för bästa möjliga återhämtning av muskelfibertyp II och nervsystemet (Kraemer, Adams, Cafarelli, Feigenbaum, Fleck, Frankling, Hoffman, Newton, Potteiger, Stone, Ratarness & Triplett-Mcbride 2002). Utifrån denna vetenskapliga grund har träningsprogrammen för utveckling av maximal styrka i övningen knäböj utformats i denna studie.

Ytterligare en fysisk delkapacitet som av tradition ofta kombineras med styrketräning under en förberedelseperiod är träning av aerob effekt (VO_{2max}). En god aerob effekt är en förutsättning för effektiv återhämtning mellan intensiva byten samt för optimal laktatelimination och återhämtning efter träning och match (Twist et al. 1993; Tomlin & Wenger 2001). Enligt Montgomery (1988) sker ingen ökning av VO_{2max} för professionella ishockeyspelare i NHL under en säsong av ishockeyspel. Detta tyder på att VO_{2max} bör byggas upp under förberedelseperioden. Då även power, med anledning av ovan nämnda skäl,

är av betydelse under samma träningsperiod är det viktigt att träning av dessa två delkapaciteter kombineras på ett effektivt sätt. Studier kring huruvida träning av styrka och power är fördelaktigt att kombinera med träning av uthållighet i ett och samma träningspass är tvetydiga. Flertalet studier påvisar att utveckling av styrka och power hämmas av uthållighetsträning (Hickson 1980; Häkkinen, Alen, Kraemer, Gorostiaga, Izquierdo, Rusko, Mikkola, Häkkinen, Valkeinen, Kaarakainen, Romu, Erola, Ahtiainen & Paavolainen 2003). Samtidigt visar andra studier ingen hämning inom de första veckorna av kombinerad styrke- och uthållighetsträning (Mccarthy, Pozniak & Agree 2002; Hickson 1980).

Fram till dagens datum finns väldigt lite utforskat kring hur träningsvariablerna intensitet och volym för den aeroba träningen påverkar utvecklingen av styrka (Wilson, Marin, Rhea, Wilson, Leonneke & Anderson 2012; Shaw, Shaw & Brown 2009). Intressant är därför att undersöka hur dessa träningsvariabler för den aeroba träningen bör doseras för att uppnå goda resultat på maximal styrka. Det är allmänt känt att högintensiva intervaller, s.k. High Intensity Intermittent Training (HIIT), av olika former har positiv inverkan på utvecklingen av aerob effekt (Laursen 2002; Gibala & Mcgee 2008). Ett träningsprotokoll bestående av 20 sekunders arbete på supramaximala intensitetsnivåer och 10 sekunders vila anses vara den absolut mest effektiva träningsformen för HIIT-träning (Herodek, Simonovic, Pavlovic & Stankovic 2014). Flertalet studier påvisar goda resultat på såväl aerob som anaerob effekt för otränade till strax under vältränade individer ($VO_{2max} < 60 \text{ ml} \times \text{kg}^{-1} \times \text{min}^{-1}$) med denna form av träning trots väldigt låg träningsvolym (tid) (Tabata, Nishimura, Kouzaki, Hirai, Ogita, Miyachi & Yamamoto 1996; Tabata, Irisawa, Kouzaki, Nishimura, Ogita & Miyachi 1997). Enligt långtidsstudier av Quinney et al. (2008) och Montgomery (2006) tycks genomsnittligt VO_{2max} hos spelarna i världens bästa ishockeyliga (NHL) variera från år till år, men ligger konsekvent i spannet $55\text{-}60 \text{ ml} \times \text{kg}^{-1} \times \text{min}^{-1}$. Därmed ligger ishockeyspelare i spannet för vilka ovan nämnd HIIT-träning har visat sig vara väldigt effektiv. Av denna anledning är denna träningsform och dess effekter i jämförelse med mer traditionell kontinuerlig aerob träning intressant att studera vidare i detta arbete.

Med hjälp av denna studie är förhoppningen att ny kunskap kring kombinationsträning genereras, vilken i framtiden kan underlätta för tränare vid val av träningsplanering för varje enskild individ för att uppnå optimal utveckling i träningen.

2 Syfte och frågeställningar

Syftet med denna studie var att undersöka utveckling av styrka och aerob förmåga vid kombinationsträning med olika intensitet och volym i den aeroba träningen.

Studiens frågeställningar var:

- Utvecklas maximal styrka olika då styrketräning kombineras med antingen högintensiv aerob träning i intervallform eller aerob medelintensiv kontinuerlig träning?

- Vilket av dessa två kombinationsprogram är effektivast för att öka maximal syreupptagningsförmåga (VO_{2max}), laktattröskeln, maximalt blodlaktat och tid till utmattning?

3 Metod

3.1 Experimentellt förhållande till problemet

Då studier saknas på hur variabler som intensitet och volym (tid) i den aeroba träningen påverkar utvecklingen av maximal styrka då styrketräning och aerob träning kombineras i ett och samma träningsprogram, syftade denna studie till att undersöka detta. Studien var kvantitativ och gick ut på att undersöka hur 18 manliga försökspersoner (fp) adapterade till sex veckors träning bestående av en kombination av styrketräning och aerob träning, samt hur dessa adaptationer skiljde sig åt beroende på vilken typ av aerob träning som bedrevs. Fp delades in i två olika grupper om vardera nio personer där den aeroba träningen skiljde grupperna åt. Under den sex veckor långa träningsperioden fick båda grupperna utföra ett vetenskapligt förankrat styrketräningsprogram med knäböj som övning tre gånger i veckan i syfte att utveckla maximal styrka. Direkt efter avslutat styrkepass fick ena gruppen dessutom utföra ett högintensivt aerobt träningspass i intervallform på ergometercykel med liten volym (4-20 min), medan den andra gruppen istället fick utföra ett aerobt medelintensivt kontinuerligt träningspass med större volym (40-80 min). Samtliga träningspass skedde under noggrant kontrollerade förhållanden. Såväl före som efter den sex veckor långa träningsperioden fick samtliga fp genomföra tester med identiskt testförfarande. Härmed kunde skillnader i utveckling av maximal styrka i 1RM i knäböj, VO_{2max} , förmåga att bilda och hantera laktat samt tid till utmattning mellan de två grupperna undersökas.

3.2 Försökspersonerna

I studien ingick 18 manliga fp i åldersspannet 19-37 år där skriftligt informerat samtycke erhöles från samtliga innan studien påbörjades. Urvalet av fp var selektivt där kravet var att samtliga skulle ha idrottslig bakgrund och idag träna minst fyra pass i veckan. Samtliga fp skulle dessutom ha god vana att utföra styrkeövningen knäböj. Då tidpunkten för studien var oktober-december, d.v.s. under ishockeyns pågående tävlingsperiod, kunde inte aktiva seniorishockeyspelare på högre nivå delta. Istället bestod fp huvudsakligen av aktiva rugbyspelare och tidigare ishockeyspelare. Liksom ishockey är rugby en kontaktidrott bestående av intermittent arbete med tydligt krav på bl.a. styrka, power och aerob förmåga. Dessutom torde kroppscompositionen för spelarna i de båda idrotterna vara av liknande karaktär. Urvalet, vilket var ett s.k. bekvämlighetsurval, torde utifrån såväl åldersspann som idrottsbakgrund ha en god överförbarhet till aktiva ishockeyspelare på seniornivå.

Utifrån respektive fp:s träningsbakgrund samt testresultat för VO_{2max} (testvärde) och 1RM i knäböj (absolut värde) vid studiens fysiska förtester jämfördes dennes profil med övriga fp:s

profiler. Fp med likvärdig profil fördelades slumpmässigt genom lottning i två olika grupper med nio fp per grupp, vilket syftade till att grupperna skulle bli så likvärdiga som möjligt sinsemellan. Den grupp som bedrev styrketräning i kombination med aerob medelintensiv kontinuerlig träning med stor volym utgjorde kontrollgruppen medan den grupp som bedrev styrketräning i kombination med högintensiv aerob träning i intervallform med liten volym utgjorde försöksgruppen. 16 av 18 fp fullföljde studien (åtta från respektive grupp), varför endast dessa personers uppgifter och resultat redovisas i detta arbete. Allmänna uppgifter om fp redovisas i tabell 1.

För att minimera inlärningseffektens påverkan på studiens resultat fick samtliga fp genomföra fyra kortare träningspass med tunga knäböj samt högintensiv cykling på ergometercykel under två veckor innan studiens förtester. I samband med förtesterna fick fp även besvara frågan om deras basövningar för styrketräning av benmuskulaturen hade bedrivits med färre än eller lika med sex repetitioner per set eller med fler än sex repetitioner per set under perioden januari-oktober år 2014, d.v.s. innan studiens start. 16 av 18 fp svarade att de brukade utföra fler än sex repetitioner (14 av 16 för de som fullföljde studien).

Tabell 1. Försökspersonernas allmänna data.

Variabel	Kontrollgrupp (n=8)	Försöksgrupp (n=8)
Ålder (år)	29,6 ± 4,1	24,9 ± 4,8
Kroppsvikt (kg)	79,3 ± 10,4	83,1 ± 10,9
Längd (cm)	178,5 ± 6,8	181,1 ± 7,1
Fettfri massa (kg)	68,6 ± 7,4	71,5 ± 7,6
Fett-% (%)	13,3 ± 3,5	13,7 ± 3,4

Värdena är medelvärden ± SD

3.3 Tester

Veckan innan träningsperioden påbörjades samt 5-6 dagar efter respektive fp:s sista (18:e) träningspass genomfördes fysiska tester, vilka genomfördes samma tidpunkt på dygnet vid båda tillfällena. Dessa tester benämns för- respektive eftertester. Testerna bestod av antropometri (längd, vikt och fettmätning), 1RM i knäböj, laktatröskel vid ergometercykling, VO_{2max} samt maximalt blodlaktat (testerna utfördes i direkt anslutning till varandra i denna ordning). Innan båda testtillfällena hade fp vilat från all träning minst 48 timmar.

Fp:s längd mättes ståendes med ryggsidan mot en vertikal måttstock och fp vägdes i kg till närmaste 0,1 kg på en kalibrerad våg endast klädda i shorts. Andelen kroppsfett i % erhöles med 4-punkts kalipermätning (biceps, triceps, subscapularis och suprailiac) med en manuell mätare. Fettmassan i kg beräknades genom att multiplicera kroppsmassan med andelen kroppsfett dividerat med 100. Fettfri massa i kg beräknades genom att subtrahera fettmassan från kroppsmassan.

Efter mätning av antropometri genomfördes en uppvärmning där fp fick cykla på ergometercykel åtta minuter på belastningen 100 W med en trampfrekvens på 70 RPM. Därefter utfördes test av 1RM i knäböj för att mäta maximal styrka i främst ben- och sätesmuskulatur. För att standardisera utförandet mättes avståndet mellan fp:s tåspetsar vid förtesterna. Dessutom fotograferades fötternas placering (grad av utåtrotation) samt skivstångens placering (hög alternativt låg placering). Vid eftertesterna kontrollerades dessa tre parametrar återigen för att säkerställa att inga noterbara skillnader förekom mellan testtillfällena. I samband med förtesterna fick fp uppskatta den maximala vikt denne skulle kunna utföra en repetition på, d.v.s. 1 RM. Utifrån denna vikt beräknades ett uppvärmningsprogram med en modifierad variant av rekommendationer i Tanner och Gore (2013, s. 213). Först utfördes 10 repetitioner på 20 kg följt av två minuters vila. Därefter utfördes fem repetitioner på 40 % av uppskattat 1 RM följt av två minuters vila. Därefter utfördes fem repetitioner på 60 % av uppskattat 1 RM följt av tre minuters vila. Därefter utfördes tre repetitioner på 80 % av uppskattat 1 RM följt av tre minuters vila. Därefter utfördes två repetitioner på 90 % av uppskattat 1 RM följt av fem minuters vila.

Efter uppvärmningen fick fp välja vilken vikt denne skulle göra sitt första försök på med en repetition. Efter utfört försök, oavsett om fp klarade vikten eller inte, följde en vila på fem minuter innan nästa försök. Detta upprepades med fria antal försök på egen bestämd vikt tills fp kände att denne hade uppnått maximal prestation för dagen. Vid varje försök bedömdes djupet i knäböjen av en domare placerad lateralt om fp. För godkänt lyft krävdes att lårbenet var parallellt med golvet eller djupare i bottenläget. Dessutom passade en annan domare lyftaren bakifrån med armarna under lyftarens armhålor och händerna i lätt kontakt med lyftarens bröst. Passningen utfördes av skadeförebyggande skäl och för att fp verkligen skulle våga lyfta sitt max, men om passaren/domaren var tvungen att stötta eller hjälpa fp underkändes lyftet. Samma domare användes såväl bakom som lateralt om fp vid båda testtillfällena för att bedömningen skulle bli så identisk som möjligt vid båda tillfällena.

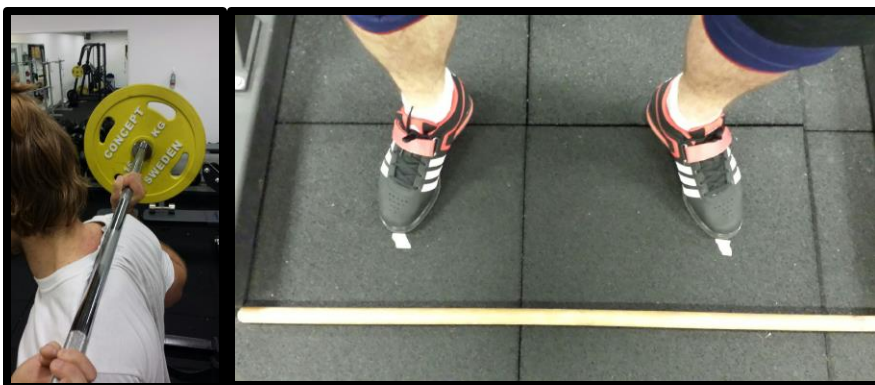


Bild 1. Skivstångens samt fötternas placering vid knäböj.

Efter test av 1RM i knäböj utfördes test av laktattröskel vid ergometercykling. I denna studie var innebörden av laktattröskel samma sak som anaerob tröskel och kan beskrivas som den högsta intensitet på vilken steady-state (stabil blodlaktat) kan upprätthållas under en längre

tid (Stegmann, Kinderman & Schnabel 1981). Vid mätning av blodlaktat gjordes ett stick i antingen ring- eller långfingerspetsen varpå blod samlades upp i ett kapillärrör (20 µl), som sedan placerades i ett provrör med tillhörande säkerhetslock (EKF safe-lock) innehållandes en hemolytisk lösning. Provröret analyserades direkt i en laktatanalysator. Testet inleddes med att vilolaktatet mättes hos fp då denne satt still på cykeln utan att trampa. Därefter cyklade fp fem minuter på belastningen 100 W med en trampfrekvens på 90 RPM. När 15 s återstod av intervallet skattade fp sin upplevda ansträngning enligt Borgs RPE-skala (centralt och lokalt) och pulsen registrerades (Borg 1982). När fem minuter hade gått slutade fp att cykla och ett laktatprov togs direkt. Efter en minuts vila påbörjades återigen fem minuters cykling på 90 RPM, denna gång på belastningen 150 W. När 15 s återstod av intervallet skattade fp återigen sin upplevda ansträngning enligt Borgs RPE-skala och pulsen registrerades. Direkt efter avslutad cykling togs ett nytt laktatprov. Samma procedur fortsatte med 50 W höjning för varje nytt cykelintervall ända tills ett laktatprov hade tagits som påvisade att fp tydligt hade passerat sin laktattröskel samt att fp uppskattade såväl sin centrala som lokala ansträngning till minst 17 på Borgs RPE-skala.

Under hela tröskeltestet andades fp i en mask kopplad till en blandningskammare för direkt gasanalys för att mäta syreförbrukningen vid de olika belastningarna. Syreförbrukningen (l/min) mättes som ett genomsnittligt värde mellan tiderna 03:45 min och 04:45 min i varje fem minuters intervall. Uppmätta laktatnivåer vid olika belastningar användes, tillsammans med fp:s uppmätta maximala blodlaktat (se nedan), för att bestämma fp:s laktattröskel. Detta gjordes med hjälp av D-maxmetoden (se bilaga 1). Härmed kunde fp:s tröskelbelastning (W) bestämmas samt vilken laktatnivå (mmol/l) fp hade vid denna belastning.



Bild 2. Mätning av syreförbrukning vid tröskeltest samt mätning av blodlaktat.

Efter test av laktattröskel fick fp cykla på ergometercykel 10 minuter på belastningen 100 W med en trampfrekvens på 70 RPM. Därefter utfördes test av VO_{2max} med cykling på

ergometercykel (90 RPM) med gradvis ökning av belastningen där direkt gasanalys användes för att studera fp:s syreförbrukning (samma utrustning som vid tröskeltestet). Vid förtesterna inleddes testet med en minut på den belastning som fp hade cyklat ut sitt sista hela fem minuters intervall på vid tröskeltestet. Vid eftertesterna inleddes testet på samma belastning som vid förtesterna, oavsett om fp hade cyklat ut ett fem minuters intervall på en högre belastning än vid förtestet, detta för att tydligare kunna jämföra fp:s utveckling mellan de två testtillfällena. Såväl vid för- som eftertesterna ökades belastningen med 20 W/min efter första minuten tills fp inte orkade cykla längre eller tappade i trampfrekvens till under 50 RPM, varpå testet avbröts. Tidpunkten då fp avbröt testet noterades vilket gav ett mått på tid till utmattnings. Den absoluta maximala syreupptagningsförmågan (VO_{2max}) uttryckt i l/min mättes som ett genomsnittligt värde under den minut då fp uppnådde högst syreförbrukning. Detta resultat räknades i sin tur om till ett testvärde uttryckt i $ml \times kg^{-1} \times min^{-1}$. Efter avslutat cykeltest togs ytterligare två blodlaktatvärden, ett en minut efter och ett tre minuter efter att fp slutat trampa. Det högsta av dessa värden utgjorde fp:s maximala blodlaktat uttryckt i mmol/l.

För att kunna jämföra skillnaden i utveckling av summerad prestationsförmåga mellan kontroll- och försöksgruppen togs z-värden fram, vilka inkluderade samtliga testade variabler som hade med prestation att göra (VO_{2max} , 1RM i knäböj, tröskelbelastning, blodlaktat vid tröskelbelastningen, maximalt blodlaktat samt tid till utmattnings). Detta gjordes genom att subtrahera respektive fp:s testresultat vid förtesterna från testresultatet vid eftertesterna för respektive variabel, varefter denna differens dividerades med standardavvikelsen för differensen. Härmed erhöles ett dimensionslöst z-värde som utgjorde ett mått på respektive fp:s utveckling för respektive variabel, uttryckt i antal standardavvikelser. Slutligen summerades samtliga dessa sex z-värden för respektive fp och dividerades med antalet ingående variabler (sex) varvid ett genomsnittligt z-värde erhöles. Detta medelvärde utgjorde således ett mått på utvecklingen av den summerade prestationsförmågan för respektive fp i jämförelse med övriga fp, uttryckt i antal standardavvikelser. Därefter kunde även grupperna jämföras. I och med att z-värdet är dimensionslöst kunde samtliga variabler jämföras med varandra oberoende enhet.

3.4 Träningsprogram

Tre träningspass i veckan med kombinerad styrketräning och aerob träning genomfördes under en sex veckors period, d.v.s. totalt 18 träningspass. Varje pass inleddes med en uppvärmning där fp fick cykla på ergometercykel 10 minuter på belastningen 100 W med en trampfrekvens på 70 RPM. Därefter utfördes alltid styrketräningen före den aeroba träningen eftersom denna turordning av delkapaciteterna är att rekommendera då styrke- och uthållighetsträning tränas vid samma träningstillfälle och styrketräningen är mest prioriterad (Lundberg 2014).

På måndagar och fredagar bestod styrkepassen av knäböj med skivstång med ett uppvärmningsprogram (samma som vid för- och eftertesterna beskrivet ovan t.o.m. tre repetitioner på 80 % av 1RM) följt av sex set med två repetitioner på minst 90 % av 1RM

med fem minuters vila mellan varje set, där 1RM var den maximala vikt som fp hade lyft vid test av 1RM i knäböj vid förtesterna. Det första av de sex seten gjordes alltid på exakt 90 % av 1RM. Återstående fem set fick fp välja vilken vikt denne skulle göra respektive set på, dock alltid på minst 90 % av 1RM. På onsdagar bestod styrkepassen av knäböj med skivstång med samma uppvärmningsprogram som vid för- och eftertesterna beskrivet ovan t.o.m. fem repetitioner på 60 % av 1RM, följt av tre set med fem repetitioner på minst 80 % av 1RM med fem minuters vila mellan varje set. Det första av de tre seten gjordes alltid på exakt 80 % av 1RM. Återstående två set fick fp välja vilken vikt denne skulle göra respektive set på, dock alltid på minst 80 % av 1RM. Fp:s lyfta vikter vid samtliga styrkepass noterades för att kunna följa progressionen i träningen under tiden för studien. Styrketräningsprogrammet var identiskt för både försöks- och kontrollgruppen och illustreras i figur 1.

Måndag och fredag	Onsdag
1 x 10 repetitioner på 20kg	1 x 10 repetitioner på 20 kg
2 min vila	2 min vila
1 x 5 repetitioner på 40 % av 1RM	1 x 5 repetitioner på 40 % av 1RM
2 min vila	2 min vila
1 x 5 repetitioner på 60 % av 1RM	1 x 5 repetitioner på 60 % av 1RM
3 min vila	3 min vila
1 x 3 repetitioner på 80 % av 1RM	1 x 5 repetitioner på 80 % av 1RM
3 min vila	5 min vila
1 x 2 repetitioner på 90 % av 1RM	2 x 5 repetitioner på ≥ 80 % av 1RM
5 min vila	5 min vila mellan varje set
5 x 2 repetitioner på ≥ 90 % av 1RM	
5 min vila mellan varje set	

Figur 1. Styrketräningsprogrammet för kontroll- och försöksgrupp.

Vid varje styrkepass granskades kontinuerligt fp:s djup i knäböj så att lårbenet var parallellt med golvet eller djupare i bottenläget, och fp fick direkt feedback på detta. Dessutom passades lyftaren bakifrån med armarna under lyftarens armhålor och händerna i lätt kontakt med lyftarens bröst. Passningen utfördes av skadeförebyggande skäl och för att fp skulle våga lyfta så tunga vikter som möjligt vid varje pass utan att kompromissa med det tekniska utförandet. Därmed skapades förutsättningar för progression i träningen. Om passaren var tvungen att stötta eller hjälpa lyftaren informerades lyftaren om detta för att få direkt feedback, vilken kunde användas för att välja lämplig vikt vid nästa set. Såväl granskaren av djupet i knäböj som passaren bakom lyftaren var samma personer som vid för- och eftertesterna. Således förekom en konsekvent bedömning av fp:s lyft under hela tiden för studien.

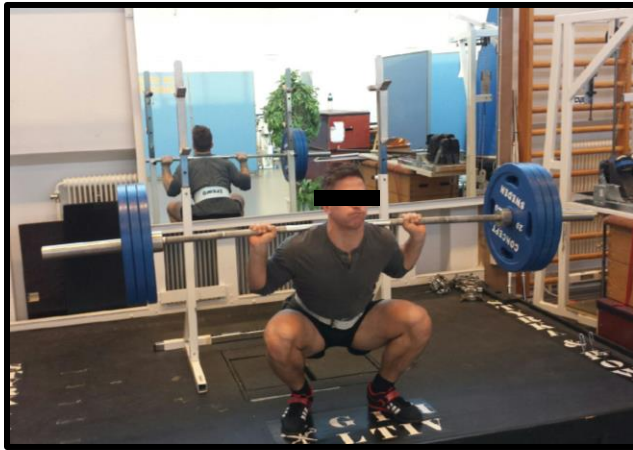


Bild 3. Utförande av knäböj.

Direkt efter avslutat styrkepass genomfördes ett aerobt pass på ergometercykel. Detta pass skiljde sig åt beroende på om fp tillhörde försöks- eller kontrollgruppen. Försöksgruppen utförde ett högintensivt pass i intervallform, s.k. High Intensity Intermittent Training (HIIT), med ett protokoll som innebar 20 sekunders arbete och 10 sekunders vila. Vecka 1-2 (pass 1-6) utfördes ett set om 8 x 20 sekunders arbete med 10 sekunders vila mellan varje intervall, d.v.s. en total träningstid på fyra minuter inkl. sista vilan. Vecka 3-4 (pass 7-12) utökades försöksgruppens aeroba pass till två set om 8 x 20 sekunders arbete med 10 sekunders vila mellan varje intervall. Mellan seten förekom en vila på fyra minuter varför den totala träningstiden uppgick till 12 minuter. Under vilan mellan seten tilläts fp gå runt i träningslokalen. Vecka 5-6 (pass 13-18) utökades försöksgruppens aeroba pass till tre set om 8 x 20 sekunders arbete med 10 sekunders vila mellan varje intervall. Mellan seten förekom en vila på fyra minuter varför den totala träningstiden uppgick till 20 minuter.

Den belastning (W) som fp startade sitt första HIIT-pass på (pass nr. 1) var individuell och uppgick till 150 % av den belastning som motsvarade 100 % av VO_{2max} vid fp:s förtester (för uträkning av belastningen 100 % av VO_{2max} hänvisas till bilaga 1). Rätt belastning erhöles genom att manuellt applicera den vikt (kp) på ergometercykeln som motsvarade önskad belastning (W) vid trampfrekvensen 90 RPM. Fp uppmanades vid samtliga intervall att hålla en trampfrekvens på mellan 90 och 95 RPM för att sedan under den 10 sekunder långa vilan upphöra helt att trampa alternativt trampa lätt bakåt (inget motstånd förekom bakåt). Om fp cyklade ut ett helt program vecka 1-2, d.v.s. höll minst 90 RPM samtliga åtta intervaller, ökades vikten vid nästkommande pass med 0,1 kp de fyra sista intervallerna. Cyklade fp även ut detta program ökades vikten med 0,1 kp även de fyra första intervallerna vid nästkommande pass så att samtliga åtta intervaller genomfördes på samma förhöjda belastningsnivå o.s.v. På detta sätt tilläts således en progression hos fp. Om fp cyklade ut de fyra första intervallerna men därefter missade att hålla minst 90 RPM på något av de fyra sista intervallerna behölls exakt samma belastning nästkommande pass. Om fp missade att hålla minst 90 RPM på något av de fyra första intervallerna sänktes dock vikten vid nästkommande pass med 0,1 kp de fyra första intervallerna o.s.v., d.v.s. enligt motsvarande princip som vid progression hos fp fast det nu istället var fråga om regression.

Första HIIT-passet vecka 3 (pass nr. 7), d.v.s. då programmet kompletterades med ytterligare ett set med intervaller, startade fp på den belastning som denne senast hade cyklat ut ett helt program på. Om fp cyklade ut ett helt program vecka 3-4, d.v.s. höll minst 90 RPM samtliga åtta intervaller båda seten, ökades vikten vid nästkommande pass med 0,1 kp de fyra sista intervallerna i respektive set. Cyklade fp även ut detta program ökades vikten med 0,1 kp även de fyra första intervallerna i respektive set vid nästkommande pass så att samtliga åtta intervaller i respektive set genomfördes på samma förhöjda belastningsnivå o.s.v. Om fp cyklade ut första setet men därefter missade att hålla minst 90 RPM på något av intervallerna i andra (sista) setet behölls exakt samma belastning nästkommande pass. Om fp missade att hålla minst 90 RPM på något av intervallerna i första setet sänktes dock vikten vid nästkommande pass med 0,1 kp de fyra första intervallerna i respektive set o.s.v.

Första HIIT-passet vecka 5 (pass nr. 13), d.v.s. då programmet ännu en gång kompletterades med ytterligare ett set med intervaller, startade fp på den belastning som denne senast hade cyklat ut ett helt program på. Om fp cyklade ut ett helt program vecka 5-6, d.v.s. höll minst 90 RPM samtliga åtta intervaller samtliga tre set, ökades vikten vid nästkommande pass med 0,1 kp de fyra sista intervallerna i respektive set. Cyklade fp även ut detta program ökades vikten med 0,1 kp även de fyra första intervallerna i respektive set vid nästkommande pass så att samtliga åtta intervaller i respektive set genomfördes på samma förhöjda belastningsnivå o.s.v. Om fp cyklade ut de två första seten men därefter missade att hålla minst 90 RPM på något av intervallerna i tredje (sista) setet behölls exakt samma belastning nästkommande pass. Om fp missade att hålla minst 90 RPM på något av intervallerna i första eller andra setet sänktes dock vikten vid nästkommande pass med 0,1 kp de fyra första intervallerna i respektive set o.s.v.



Bild 4. Utförande av HIIT-träning.

Kontrollgruppen utförde, istället för ovan beskrivet HIIT-pass, ett aerobt medelintensivt kontinuerligt pass på ergometercykel med en trampfrekvens på 90 RPM. Vecka 1-2 (pass 1-6) var volymen 40 min, vecka 3-4 (pass 7-12) 60 min och vecka 5-6 (pass 13-18) 80 min. Den

belastning (W) som respektive fp cyklade på var individuell och konstant under hela tiden för studien. Belastningen uppgick till 70 % av den belastning som motsvarade 100 % av VO_{2max} vid fp:s förtester (för uträkning av belastningen 100 % av VO_{2max} hänvisas till bilaga 1). Observera att kontrollgruppens progression i den aeroba träningen endast skedde genom ökning av volym (tid) medan försöksgruppens progression skedde genom ökning av både volym och belastning (kp).

Kriteriet för att få fortsätta studien var att högst missa tre av de 18 träningspassen under studiens ordinarie sex veckors träningsperiod. Om fp hade missat ett pass fick denne istället genomföra detta pass på måndag vecka 7. Om fp hade missat två pass fick denne istället genomföra dessa pass på måndag och onsdag vecka 7. Om fp hade missat tre pass fick denne istället genomföra dessa pass på måndag, onsdag och fredag vecka 7. Totalt skulle således samtliga 18 träningspass ha genomförts under en sju veckors period. Av dessa skulle 12 styrkepass ha utförts med 6 x 2 repetitioner knäböj (ordinarie måndags- och fredagspasset) och sex styrkepass med 3 x 5 repetitioner knäböj (ordinarie onsdagspasset). Gällande den aeroba träningen skulle varje pass ske i rätt ordning. Av försöksgruppens 18 HIIT-pass skulle således pass 1-6 ha bestått av ett set, pass 7-12 av två set och pass 13-18 av tre set. Av kontrollgruppens 18 aeroba pass skulle pass 1-6 varat i 40 min, pass 7-12 i 60 min och pass 13-18 i 80 min. Missade pass var aktuellt för sex av de 16 fp som fullföljde studien, varav två hade missat ett pass, två hade missat två pass och två hade missat tre pass.

Utöver träningspassen i denna studie, vilka endast bestod av knäböj och ergometercykling, tilläts fp inte utföra någon annan styrketräning av benmuskulaturen eller någon annan form av aerob träning. Fp var dock fria att bedriva styrketräning av överkroppen på egen hand. Enligt Lundberg (2014) är det väl dokumenterat att träningsresponsen är specifik för de muskler som tränas, varför dessa överkroppspass inte torde ha någon avgörande betydelse för utfallet i denna studie.

3.5 Materiel

Den måttstock som användes vid längdmätning samt den kalibrerade vågen var av typen Detecto. Kalipermätaren som användes för mätning av fett-% var av typen Harpenden Skinfold Caliper. Tester av laktattröskel, VO_{2max} och maximalt blodlaktat utfördes på ergometercykel av typen Monark LC6. Försöksgruppens aeroba träningspass utfördes på ergometercykel av typen Monark Ergometric Peak Bike 894 E med löstagbara viktskivor (med viktspannet 0,1-1,0 kp) och kontrollgruppens aeroba träningspass utfördes på ergometercykel av typen Monark 828. Den blandningskammare som användes för direkt gasanalys vid mätning av syreförbrukning var av typen Jaeger Oxycon Pro, och den laktatanalysator som användes vid laktatmätning var av typen Biosen C_line Clinic (EKF-diagnostics GmbH, Barleben, Germany). För den aeroba träningen användes Polar H7 pulsband med central insamlingsenhet för att dokumentera intensitetsnivåerna hos fp vid varje enskilt pass. Samtliga fp använde samma skomodell (Adidas Powerlift 2 tyngdlyftarskor med klackhöjd 15 mm) vid utförande av samtliga tester och träningspass. Vid utförande av knäböj vid såväl

tester som styrkepass användes Eleiko skivstång (vikt 20 kg) samt viktskivor från Concept (med viktspannet 0,25-25 kg). Dessutom användes lyftarbälte vid samtliga lyft (knäböj) på vikter som motsvarade 80 % av 1RM eller tyngre, såväl vid tester som styrkepass. Respektive fp fick själv välja mellan att använda bälte från Eleiko eller Strength.

3.6 Nutrition

En viss standardisering av nutritionsintag i samband med studiens träningspass och tester genomfördes. Direkt efter varje avslutat träningspass fick fp inta en återhämningsdryck bestående av vassleprotein (Self Nutrition 100 % Micro Whey Active) och maltodextrin (Self Nutrition Just 100 % Carbs) i pulverform som blandades med valfri mängd vatten. Drycken bestod av minst 0,3 g vassleprotein per kg kroppsvikt samt minst 30, 60 respektive 90 g maltodextrin för vecka 1-2, 3-4 respektive 5-6 i träningsperioden. Inom två timmar före varje träningspass tilläts endast vanlig mat, d.v.s. inga kosttillskott. Under hela studien tilläts inget intag av alkoholhaltiga drycker eller prestationshöjande preparat (kreatin, koffeintabletter e.d.). De fp som använde kreatin innan studien var tvungna att upphöra med sitt intag av detta senast två veckor innan förtesterna. 24 timmar innan såväl för- som eftertesterna fick fp göra en kostregistrering för att kostintaget skulle bli så identiskt som möjligt inför båda testtillfällena. Under själva testtillfällena och träningspassen fick ingen kost förtäras utöver vatten. Utöver ovanstående fanns inga övriga kostrestriktioner för fp under studien.

3.7 Validitet, reliabilitet och etiska överväganden

För att säkerställa studiens validitet och reliabilitet genomfördes pilotstudier (test/retest) på test av fett-%, 1RM i knäböj, test av laktatröskel och VO_{2max} innan studien påbörjades. Avvikelsen mellan respektive test/retest föll inom ramen för acceptabla nivåer i enlighet med Tanner och Gore (2013, s. 4). Typical error (TE) enligt Tanner och Gore (2013, s. 4) är för mätningar med Skinfold Caliper < 5 %, för test av blodlaktatkoncentration < 0,5 mmol/l, för tröskelbelastning < 10 W och för VO_{2max} (absolut värde) < 0,15 l/min.

Angående etiska överväganden krävdes ingen ansökan till etiska rådet eller någon etisk nämnd då studien utfördes inom ramen för högskoleutbildning. Förhållning skedde dock till de etiska riktlinjer som finns inom forskning som var relevanta för studien. I enlighet med informationskravet delgavs fp noggrann information på förhand om vad studien innebar, dess syfte och vad de skulle göra, vilken tidsåtgång som krävdes, vilka rättigheter de hade etc. samt att deltagandet var frivilligt. I enlighet med samtyckeskravet inhämtades fp:s samtycke skriftligen. Då studiens fp var mellan 19-37 år (äldre än 18 år) krävdes ej målsmans tillstånd. I enlighet med konfidentialitetskravet rådde anonymitet och tystnadsplikt för studien. Enskilda fp:s resultat skulle ej kunna spåras varför varje fp var avidentifierad (kodades genom att respektive fp fick ett nummer istället för sitt namn). I enlighet med nyttjandekravet kommer de i studien insamlade uppgifterna endast att användas för forskningsändamål, såvida inte fp själv ger särskilt medgivande. Detta har fp informerats om.

3.8 Statistik

Erhållna värden för de i studien ingående variablerna angavs som medelvärden \pm SD. Värdena analyserades i dataprogrammet Statistica. ANOVA användes för att kontrollera om värdena för de olika variablerna var normalfördelade samt för att se om eventuella signifikanser fanns. Signifikansnivån sattes till $p < 0,05$ och tendensnivån till $0,05 < p < 0,1$. Dessutom sattes nivån för indikation till $0,1 < p < 0,15$. Excel användes för uträkning av medelvärden och standardavvikelser.

4 Resultat

Nedan redovisas resultat för samtliga uppmätta variabler vid för- och eftertester. Notera att y-axeln inte utgår från origo i flertalet figurer.

4.1 Antropometri

Mängden fettfri massa ökade signifikant för både kontroll- och försöksgruppen från för- till eftertesterna ($p < 0,01$). Ingen signifikant skillnad i utveckling mellan grupperna förelåg dock för fettfri massa. Ingen signifikant skillnad i utveckling av fett-% eller kroppsvikt förelåg varken inom eller mellan grupperna.

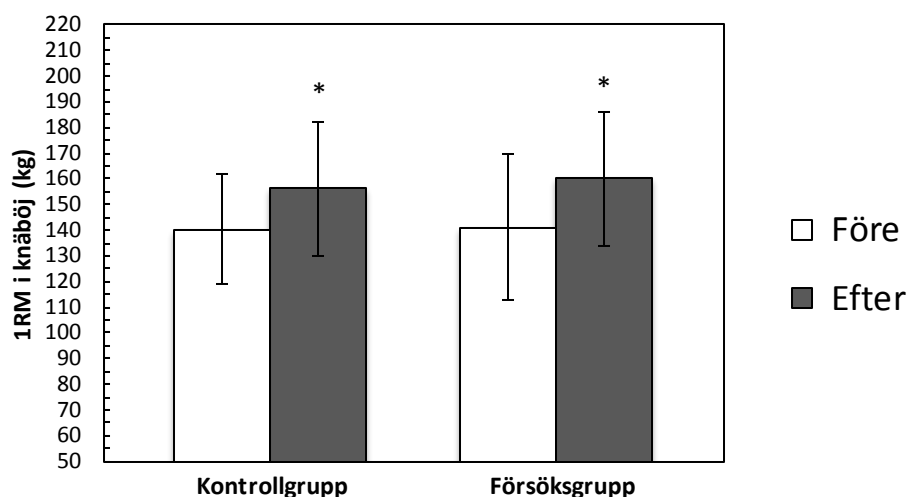
Tabell 2. Träningsprogrammets effekt på antropometri för kontroll- och försöksgrupp. Asterix (*) indikerar signifikant skillnad.

Grupp	Kroppsvikt (kg)		Fett-% (%)		Fettfri massa (kg)	
	Före träning	Efter träning	Före träning	Efter träning	Före träning	Efter träning
Kontrollgrupp (n=8)	79,3 \pm 10,4	80,1 \pm 9,3	13,3 \pm 3,5	13,3 \pm 2,6	68,6 \pm 7,4	69,3 \pm 6,9 *
Försöksgrupp (n=8)	83,1 \pm 10,9	84,2 \pm 11,2	13,7 \pm 3,4	13,8 \pm 3,2	71,5 \pm 7,6	72,4 \pm 8,1 *

Värdena är medelvärden \pm SD

4.2 Styrka

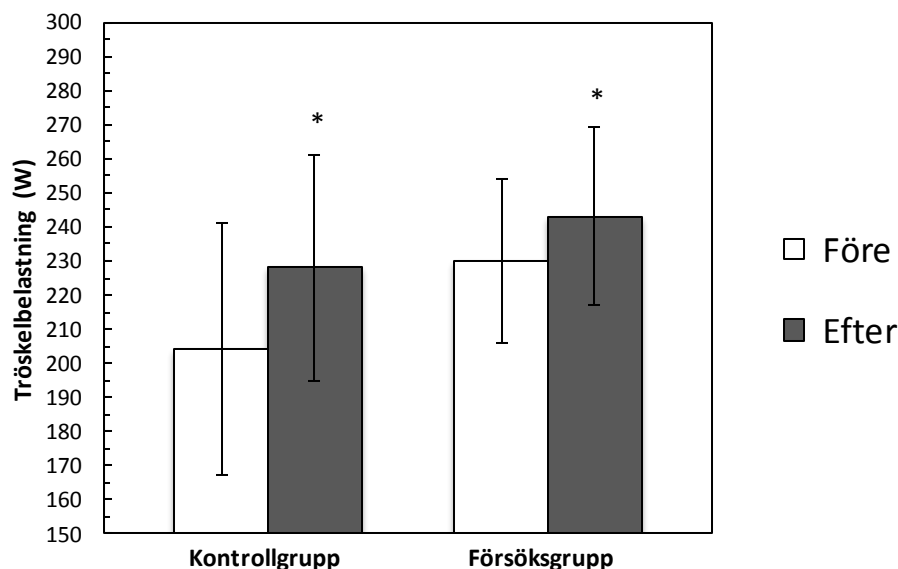
Kontrollgruppen ökade i maximal styrka i 1RM i knäböj med 11,5 % från 140,2 \pm 21,4 kg vid förtesterna till 156,3 \pm 26,2 kg vid eftertesterna, medan försöksgruppen ökade med 13,2 % från 141,3 \pm 28,4 kg till 160,0 \pm 26,2 kg. Ökningen i maximal styrka var signifikant för båda grupperna ($p < 0,01$). Ingen signifikant skillnad i utveckling mellan grupperna förelåg dock för maximal styrka.



Figur 2. Träningsprogrammets effekt på styrkeutveckling i 1RM i knäböj för kontroll- och försöksgrupp. Staplarna visar medelvärden \pm SD. Asterix (*) indikerar signifikant skillnad.

4.3 Laktatträskel

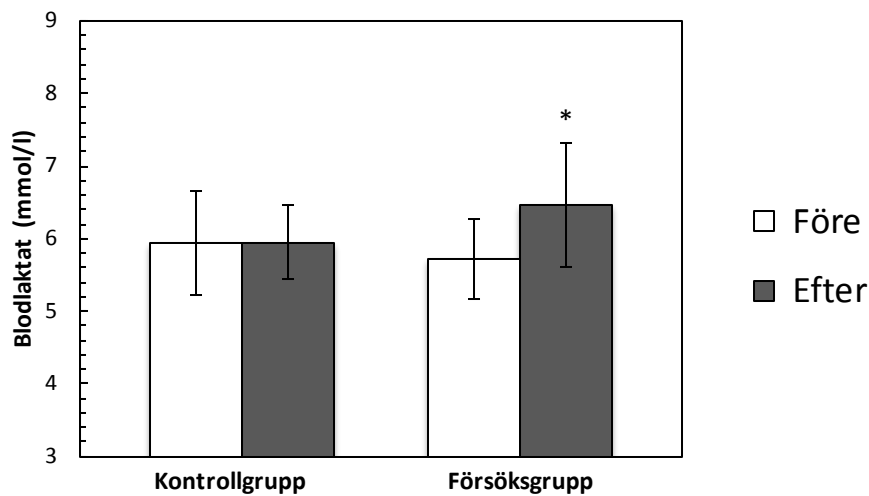
Kontrollgruppen ökade i tröskelbelastning med 11,8 % från 204 ± 37 W vid förtesterna till 228 ± 33 W vid eftertesterna, medan försöksgruppen ökade med 5,7 % från 230 ± 24 W till 243 ± 26 W. Ökningen i tröskelbelastning var signifikant för båda grupperna ($p < 0,05$). Ingen signifikant skillnad i utveckling mellan grupperna förelåg dock för tröskelbelastning.



Figur 3. Träningsprogrammets effekt på tröskelbelastning för kontroll- och försöksgrupp. Staplarna visar medelvärden \pm SD. Asterix (*) indikerar signifikant skillnad.

Kontrollgruppens blodlaktatnivå vid tröskelbelastningen var oförändrad på $5,9 (\pm 0,72)$ respektive $\pm 0,51$) mmol/l mellan för- och eftertesterna, medan försöksgruppens ökade med 14,0 % från $5,7 \pm 0,55$ mmol/l till $6,5 \pm 0,85$ mmol/l. Försöksgruppens ökning i

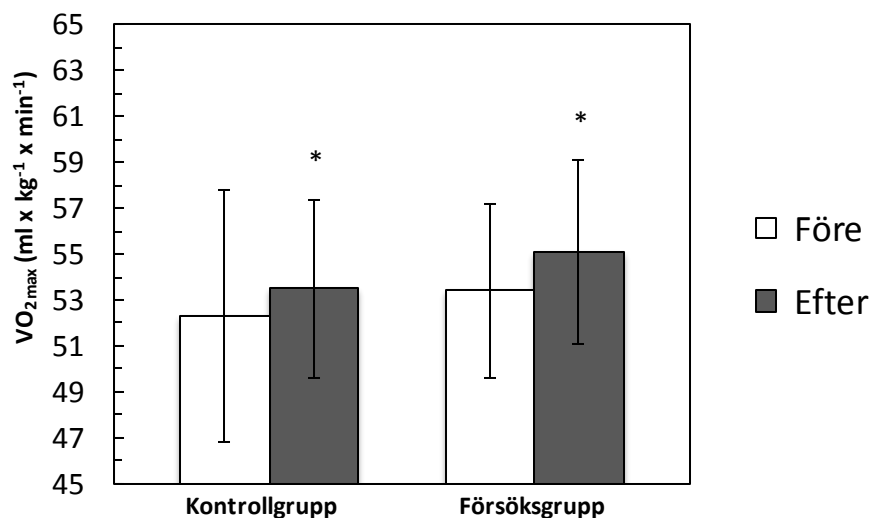
blodlaktatnivå vid tröskelbelastningen var signifikant ($p < 0,05$). Skillnaden i utveckling var signifikant mellan grupperna ($p < 0,05$).



Figur 4. Träningsprogrammets effekt på blodlaktatnivå vid tröskelbelastningen för kontroll- och försöksgrupp. Staplarna visar medelvärden \pm SD. Asterix (*) indikerar signifikant skillnad.

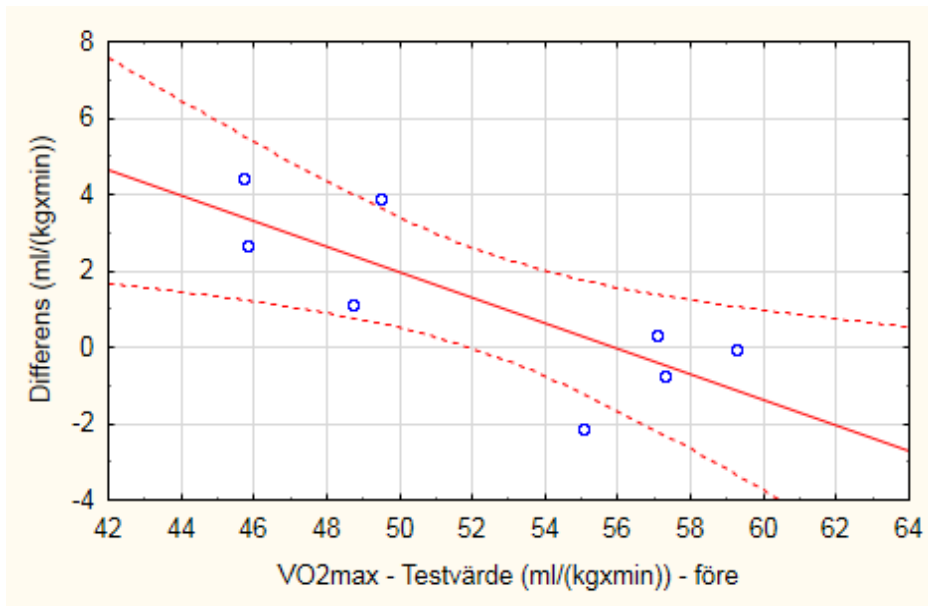
4.4 VO_{2max}

Kontrollgruppen ökade i VO_{2max} (testvärde) med 2,3 % från $52,3 \pm 5,5$ ml \times kg $^{-1}$ \times min $^{-1}$ vid förtesterna till $53,5 \pm 3,9$ ml \times kg $^{-1}$ \times min $^{-1}$ vid eftertesterna, medan försöksgruppen ökade med 3,2 % från $53,4 \pm 3,8$ ml \times kg $^{-1}$ \times min $^{-1}$ till $55,1 \pm 4,0$ ml \times kg $^{-1}$ \times min $^{-1}$. Ökningen i VO_{2max} var signifikant för båda grupperna ($p < 0,01$). Ingen signifikant skillnad i utveckling mellan grupperna förelåg dock för VO_{2max} .

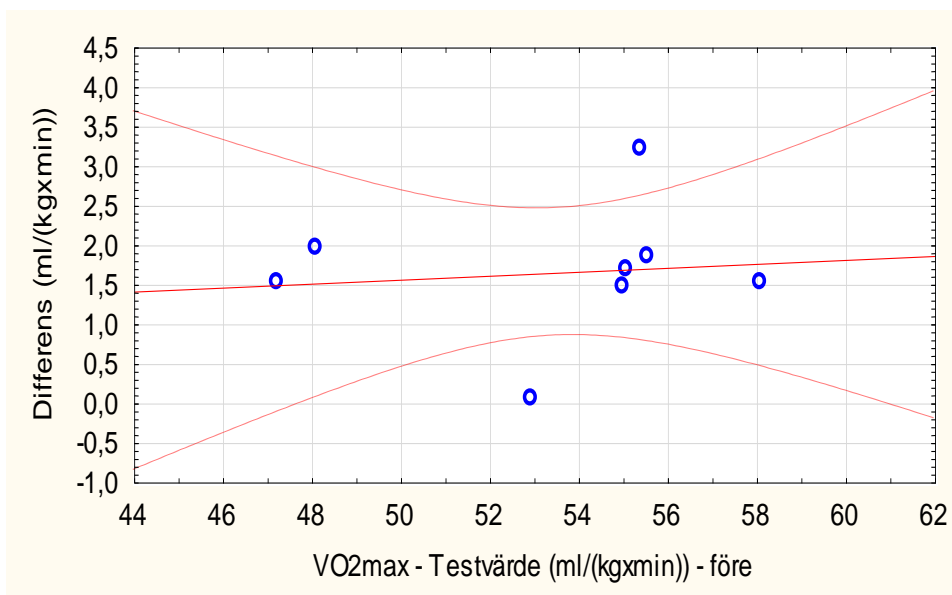


Figur 5. Träningsprogrammets effekt på VO_{2max} (testvärde) för kontroll- och försöksgrupp. Staplarna visar medelvärden \pm SD. Asterix (*) indikerar signifikant skillnad.

I figur 6 och 7 redovisas respektive fp:s utveckling i VO_{2max} mellan för- och eftertester. Varje ring motsvarar en fp.



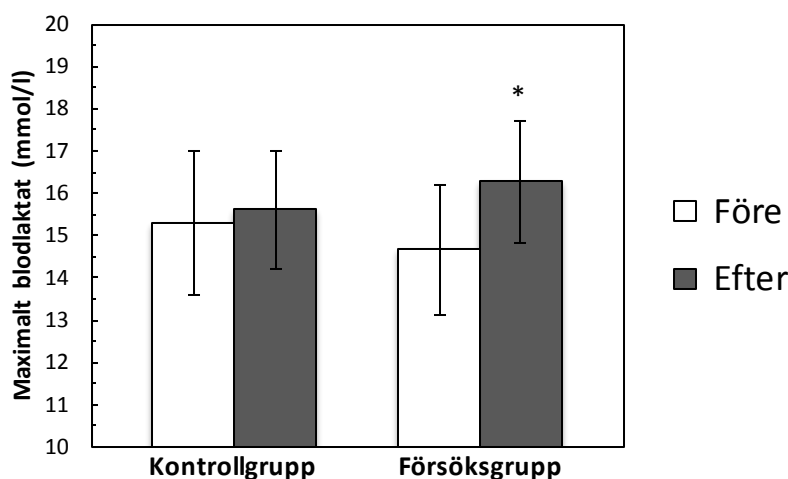
Figur 6. Träningsprogrammets effekt på respektive fp:s VO_{2max} (testvärde) inom kontrollgruppen. Y-axeln visar förändringen ($ml \times kg^{-1} \times min^{-1}$) mellan för- och eftertester och x-axeln visar fp:s testvärde vid studiens förtester. Av bilden framgår att den mest positiva utvecklingen sker hos fp med lägre testvärde vid förtesterna.



Figur 7. Träningsprogrammets effekt på respektive fp:s VO_{2max} (testvärde) inom försöksgruppen. Y-axeln visar förändringen ($ml \times kg^{-1} \times min^{-1}$) mellan för- och eftertester och x-axeln visar fp:s testvärde vid studiens förtester. Av bilden framgår att en positiv utveckling sker hos fp oavsett testvärde vid förtesterna.

4.5 Maximalt blodlaktat

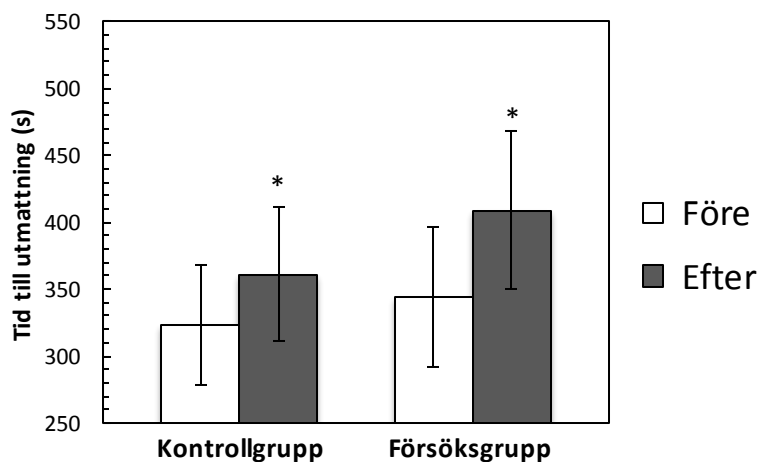
Kontrollgruppens maximala blodlaktat ökade med 2,0 % från $15,3 \pm 1,7$ mmol/l vid förtesterna till $15,6 \pm 1,4$ mmol/l vid eftertesterna, medan försöksgruppens ökade med 10,9 % från $14,7 \pm 1,6$ mmol/l till $16,3 \pm 1,4$ mmol/l. Ökningen av maximalt blodlaktat var signifikant för försöksgruppen ($p < 0,01$) medan ingen signifikant ökning av maximalt blodlaktat förelåg för kontrollgruppen. En statistisk tendens i skillnad i utveckling mellan grupperna förelåg för maximalt blodlaktat ($p = 0,05$).



Figur 8. Träningsprogrammets effekt på maximalt blodlaktat för kontroll- och försöksgrupp. Staplarna visar medelvärden \pm SD. Asterix (*) indikerar signifikant skillnad.

4.6 Tid till utmattning

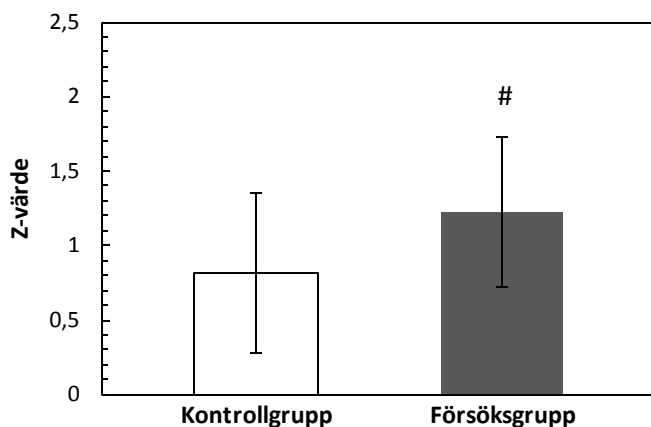
Kontrollgruppens tid till utmattning ökade med 11,8 % från 323 ± 45 s vid förtesterna till 361 ± 50 s vid eftertesterna, medan försöksgruppens ökade med 18,9 % från 344 ± 52 s till 409 ± 59 s. Ökningen av tid till utmattning var signifikant för båda grupperna ($p < 0,01$). Ingen signifikant skillnad i utveckling mellan grupperna förelåg dock för tid till utmattning.



Figur 9. Träningsprogrammets effekt på tid till utmattning för kontroll- och försöksgrupp. Staplarna visar medelvärden \pm SD. Asterix (*) indikerar signifikant skillnad.

4.7 Summerad prestationsförmåga

Skillnaden i utveckling av kontroll- och försöksgruppens summerade prestationsförmåga från för- till eftertesterna visade en statistisk indikation på att försöksgruppen ökade mer än kontrollgruppen ($p = 0,13$).



Figur 10. Träningsprogrammets effekt på summerad prestationsförmåga för kontroll- och försöksgrupp. Staplarna visar gruppernas medelvärden \pm SD för utveckling av den summerade prestationsförmågan. Nummerteen (#) indikerar statistisk indikation.

5 Diskussion

5.1 Utveckling av maximal styrka

Huvudfokus i denna studie var att undersöka hur intensitet och volym (tid) i aerob träning påverkade utvecklingen av maximal styrka då styrketräning och aerob träning genomfördes i nära anslutning till varandra. Resultaten visade att både styrketräning tillsammans med aerob medelintensiv kontinuerlig träning och styrketräning tillsammans med högintensiv aerob träning i intervallform (HIIT) förbättrade den maximala viljemässiga styrkan i övningen knäböj för manliga friska individer efter en period av sex veckors träning med tre träningspass i veckan. Detta resultat kan delvis bero på att ingående fp erbjöds en träningsmiljö med goda förutsättningar till progression genom passning vid samtliga tyngre lyft samt coaching och peppning vid med- och motgångar. Vidare genomförde fp samtliga träningspass med stabila tyngdlyftarskor och lyftarbälte, vilket dels underlättade för maximal prestation och dels var skadeförebyggande. Att 16 av 18 fp fullföljde en så pass aggressiv studie som denna, innehållandes tunga lyft flera gånger i veckan, får ses som ett kvitto på detta. Att fp:s återhämtning dessutom underlättades med hjälp av kosttillskott samt att ett alkoholförbud rådde under hela studieperioden torde också ha bidragit positivt till den goda styrkeutvecklingen.

Att fastställa vilka faktorer som var avgörande för styrkeutvecklingen hos fp i denna studie är komplext och torde kunna förklaras med åtskilliga fysiologiska och psykologiska faktorer. Då

studien inte hade för avsikt att undersöka muskulaturen på molekylärbiologisk nivå kan detta endast spekuleras om. Fysiologiska effekter som har en påverkan på utveckling av styrka kan delas in i muskulär och neural adaptation. Till muskulär adaptation hör lokala förmågor ute i muskulaturen, bl.a. utveckling av muskelns tvärsnittsarea (hypertrofi), aktivering av stretch shortening cykeln samt muskelfibertyp (typ I, IIa respektive IIx). Till neural adaptation hör centrala förmågor att aktivera muskulaturen, bl.a. utveckling av antal nervimpulser som skickas till de muskelfibrer som ingår i de motoriska enheterna, rekrytering av inkopplade motoriska enheter och synkronisering av dessa, samt en minskad neuromuskulär inhibering. Alla dessa neurala adaptationer bidrar främst till att förbättra maximal kraftutveckling och hastighet. (Bompa & Haff 2009, s. 263-267). Den goda styrkeutvecklingen som följde i denna studie erhöles kan till stor del tillskrivas programmets utformning, då programmet utvecklades i enlighet med väl dokumenterad vetenskap gällande repetitioner, set och vila (Kraemer et al. 2002; Rhea et al. 2003; Bompa & Haff 2009, s. 276). Tunga vikter och få repetitioner påverkar framför allt de centrala effekterna, d.v.s. förmågan att aktivera muskulaturen och få ut maximalt av varje motorisk enhet (Bompa & Haff 2009, s. 266).

Träningsbakgrund hade troligen en avgörande betydelse för hur stor del varje ovanstående faktor kunde tillskrivas styrkeutvecklingen hos respektive följande. Majoriteten av följande hade före studien en träningsbakgrund huvudsakligen bestående av hypertrofiträning med fler än sex repetitioner per set vid träning av benmuskulaturen. Dessa följande torde ha haft en väl utvecklad tvärsnittsarea vilken utgjorde en bra grund för påbyggnad av maximal styrka, varför en stor del av deras styrkeutveckling torde kunna tillskrivas neural adaptation. I jämförelse kan nämnas att två av de tre följande som hade minst styrkeutveckling hade en träningsbakgrund huvudsakligen bestående av maximal styrka med färre än sex repetitioner per set vid träning av benmuskulaturen, vilket troligtvis gjorde deras neurala adaptation mindre märkbar i denna studie. Generellt för studien kan nämnas att en del av följande:s goda styrkeutveckling troligen kunde härledas till den signifikanta ökningen av följande:s fettfria massa som träningsperioden resulterade i för båda grupperna. Flertalet följande uppgav dessutom att deras byxor satt betydligt tightare efter studieperioden jämfört med innan. En ökad tvärsnittsarea i muskulaturen är förknippad med större förmåga att utveckla kraft (Bompa & Haff 2009, s. 265; Kenney, Wilmore & Costill 2012, s. 231).

Trots att följande i denna studie hade en träningsbakgrund där knäböj varit ett vanligt inslag uppgav flertalet följande att de under studiens gång kände sig betydligt kraftfullare i vändningsläget från excentrisk till koncentrisk fas vid knäböj. En orsak till detta kan vara att förmågan att utnyttja stretch shortening cykeln utvecklades, d.v.s. den fjädringseffekt som utvinns vid en uttöjning av muskler och senor vid en excentrisk fas följt av en koncentrisk fas. Utveckling av stretch shortening cykeln bidrar till att högre kraft kan skapas och mer vikt därmed kan lyftas (Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson, Halkjaer-Kristensen & Dyhre-Poulsen 2000). Huruvida ishockey är en idrott i behov av en utvecklad förmåga att utnyttja stretch shortening i benmuskulaturen eller inte kan diskuteras. I en studie av Behm, Wahl, Button, Power & Anderson (2005) antydes att ishockey är en idrott där stretch shortening ej utnyttjas i så stor grad, utan att istället impulsen är viktigare. Med impuls menas produkten av kraft och tiden för vilken den verkar. T.ex. leder ett kraftfullt frångjut vid skridskoskär som verkar under en

lång tid till en ökad impuls, vilket bidrar till att skridskoåkarens hastighet blir högre. Tiden för aktivering av quadricepsmuskulaturen vid detta frångjut anses i studien vara för lång (uppmättes till 324-387 ms med EMG) för att stretch shortening cykeln skall ha särskilt stor betydelse. Värt att notera från denna studie är dock att plyometriska hopp med kort kontakttid undersöktes varvid låg korrelation förelåg med snabbhet i skridskoåkning hos ishockeyspelare i åldrarna 16-25 år. Stretch shortening cykeln brukar delas in i kort och lång cykel, där den korta har en kontakttid på < 200 ms och den långa på > 200 ms (Bellardini, Henriksson & Tonkonogi 2009, s. 142). Vid plyometriska hopp är den korta stretch shortening cykeln aktuell där kort kontakttid innebär små utslag i ledvinklar. I knäböj, som användes i vår studie, är det istället fråga om den långa stretch shortening cykeln med längre kontakttid och större ledvinkelutslag, vilket torde vara mer relevant för ishockey. I vilken grad stretch shortening cykeln har betydelse torde dock vara högst individuellt och till stor del bero på spelarens spelstil. Aktioner på isen som start och stopp, kroppsfinter etc. torde gynnas av en hög nyttjandegrad av stretch shortening cykeln.

5.2 Utveckling av aerob förmåga

Även om ingen signifikant skillnad rådde mellan försöks- och kontrollgruppens utveckling av VO_{2max} så är figur 6 och 7 intressanta att studera. Samtliga i försöksgruppen ökade nämligen sitt VO_{2max} oavsett vilken startnivå de hade vid studiens förtester, medan en förbättring hos kontrollgruppen främst skedde för de fp som startade med relativt låga testvärden (< 50 ml \times kg^{-1} \times min^{-1}). Tre av fyra fp i kontrollgruppen som startade med testvärden på > 50 ml \times kg^{-1} \times min^{-1} minskade sitt VO_{2max} . Denna skillnad mellan grupperna kan troligen till stor del förklaras av skillnader i intensitetsnivåer vid de olika aeroba träningsprogrammen, då intensiteten anses vara den enskilt viktigaste faktorn för att öka VO_{2max} . Försöksgruppen befann sig under träningsperioden i genomsnitt 301 s per HIIT-pass inom primärområdet för högintensiv träning (90-100 % av HF_{max}) och avslutade samtliga dessa pass i zonen 93-100 % av HF_{max} . En intensitet över 90 % av VO_{2max} ger både lokala muskulära effekter genom en aktivering av fler typ II-fibrer och ökad aerob förmåga i dessa, samtidigt som centrala effekter sker genom att ett ökat blodtryck hjälper till att stärka upp hjärtats vägg tjocklek och sammandragningskraft. Detta leder till att hjärtat med större kraft kan pumpa ut blod till de aktiva musklerna. (Gollnick et al. 1974). Trots en låg volym inom primärområdet för högintensiv träning var träningens stimuli fullt tillräckligt för att öka VO_{2max} hos samtliga fp i försöksgruppen oavsett ingångsvärde. Detta är i linje med studier av Gibala et al. (2008) samt Tabata et al. (1996) som påvisar väldigt god utveckling av VO_{2max} vid högintensiva intervaller på ergometercykel med låg träningsvolym (tid). Om så lite tid som 4-20 min behöver spenderas på den aeroba träningen frigörs mer tid till att utveckla andra fysiska delkapaciteter samt tekniska och taktiska färdigheter som är av stor vikt för ishockeyspelare.

Fp:s arbetstid i varje intervall (20 s) innehöll en kort accelerationsfas på ca 5-15 s där anaerob energifrigörelse var oundviklig vilket omöjliggjorde arbete över längre tid. Den korta vilan (10 s) var för kort för att belastningen på det syretransporterande systemet skulle hinna minska och aerob effekt kunde därför tillgodoses vid upprepade intervaller. Fördelningen av

aerob respektive anaerob energifrigörelse vid HIIT-träningen styrdes av intensiteten och durationen för varje intervall, vilotiden mellan varje intervall samt antalet genomförda intervaller. Detta styrks av Parolin, Chesley, Matsos, Spriet, Jones & Heigenhauser (1999) som påvisar att ca 80 % av energifrigörelsen vid en repetition med 30 s cykling "all out" utgörs av anaerob metabolism medan 20 % kommer från aerob metabolism, men att procentsatserna skiftar i takt med att antalet intervaller ökar då andelen aerobt arbete successivt blir högre. Fördelen med cykel som träningsform för ishockeyspelare vid utförande av HIIT-träning är att du som tränare har möjlighet att styra intensiteten och få ett direkt kvitto på progressionen, samtidigt som skaderisken hålls liten och muskulatur likt ishockeyns aktiveras. Det är dock inte nödvändigt att arbeta med exakt grenspecifik muskulatur vid träning av VO_{2max} , då syftet med träningen är att träna hjärta och blodkärl (central nivå och mellannivå) och inte muskler på lokal nivå.

Till skillnad från försöksgruppen befann sig kontrollgruppen aldrig inom primärområdet för högintensiv träning då de endast arbetade på intensiteten 70 % av VO_{2max} (motsvarar ca 80 % av HF_{max}). För majoriteten av de mer aerobt vältränade i kontrollgruppen tycks intensiteten i den aeroba träningen inte ha varit tillräcklig för att utveckla VO_{2max} . Intensiteten 70 % av VO_{2max} är dock tillräcklig för att hjärtat skall uppnå full slagvolym, vilket tycks ha räckt för att nå en förbättring hos de mindre aerobt tränade. Detta är i linje med Poole & Gaesser (1985) som påvisade en förbättring av VO_{2max} efter åtta veckors aerob träning på ergometercykel med intensiteten 70 % av VO_{2max} hos otränade individer. Dessa individer tränade dessutom endast 35 min per pass tre gånger i veckan.

Det är allmänt känt att den individuella laktattröskeln kan utvecklas genom att arbeta på intensiteter strax under, på eller strax över tröskeln. Att kontrollgruppen ökade sin tröskelbelastning kan troligen förklaras med att deras intensitet under de aeroba passen just legat i området strax under laktattröskeln, varför fp i denna grupp tvingades utveckla sin förmåga att omsätta och transportera laktat. Detta resulterade i att fp kunde hålla en högre arbetsintensitet innan laktatnivåerna i blodet successivt började stiga. Skulle detta kunna gynna en rörelseekonomisk och placeringssäker ishockeyspelare, för vilken intermittenta laktathöjande situationer såsom kampmoment och hastiga accelerationer uppstår mer sällan? Troligtvis inte på seniorelitnivå då tempot är alltför intensivt och bytena alltför korta för att laktattröskeln skall ha någon avgörande betydelse. Även försöksgruppen ökade sin tröskelbelastning, om än inte lika mycket som kontrollgruppen. Till skillnad från kontrollgruppen ökade försöksgruppen tydligt sin blodlaktatnivå vid tröskelbelastningen, vilket tyder på att fp tack vare sin höga intensitet under de aeroba passen utvecklade sin glykolytiska förmåga och förmågan att arbeta anaerobt. Försöksgruppen kan därmed antas kunna arbeta längre med högre laktatnivåer i blodet efter en träningsperiod av HIIT. Även försöksgruppens utveckling att producera maximalt blodlaktat tyder på en ökad anaerob förmåga.

Generellt kan nämnas att fp i denna studie genomgående hade höga blodlaktatnivåer (vanliga tröskelvärden bland fp var ca 5-7 mmol/l). En förklaring till detta skulle kunna vara att fp, med anledning av deras idrottsliga bakgrund samt att ingen var någon uttalad

uthållighetsidrottare, hade relativt stor muskelmassa sannolikt innehållandes en stor andel fibertyp II i förhållande till deras blodvolym. Fp:s aeroba förmåga var troligen underlägsen deras styrka. Då fibertyp II huvudsakligen är av glykolytisk karaktär kan dessa producera en stor mängd laktat med anaeroba processer. Eftersom fp troligen hade en liten blodvolym (l) i förhållande till mängden producerad laktat (mmol) ledde detta till en hög laktatkoncentration i blodet (mmol/l).

Då ishockey är en idrott av såväl aerob som anaerob karaktär torde, utöver dess positiva effekter på VO_{2max} , HIIT-träningens resultat på utveckling av laktattröskel, maximalt blodlaktat samt tid till utmattnings tröskel tydligt för att denna högintensiva träning är lämplig för en ishockeyspelare. Troligen har träningen även utvecklat fp:s förmåga att tolerera laktat och kunna fortsätta arbeta trots höga blodlaktatnivåer. Att försöksgruppen utvecklades mer i tid till utmattnings tröskel än kontrollgruppen kan troligen delvis förklaras med att fp kunde fortsätta trampa i slutet av testet trots att blodlaktatnivåerna steg kraftigt och smärtan i benmuskulaturen var påtaglig. Således skulle HIIT-träningen kunna utgöra en form av kombinerad VO_{2max} - och toleransträning, vilken med fördel även skulle kunna utföras med skridskor på is i t.ex. en grenspecifik förberedande träningsperiod. Att med en och samma träningsform uppnå förbättringar såväl på det aeroba som anaeroba energisystemet, samtidigt som tidsåtgången för passen är relativt liten, torde vara mycket attraktivt för en tränare vid dennes träningsplanering. Då skridskoåkning aktiverar fler muskelgrupper än ergometercykling bör dock doseringen av antalet intervaller vara lägre vid uppstarten av denna träningsform.

5.3 Kombinationsträning

De två aeroba träningsprogrammen som ingick i denna studie aktiverade troligen olika muskelfibertyper i olika grad vilket torde ha lett till olika nivå av uttröttnings tröskel av muskelfibertyp II, vilka är väldigt viktiga för att utveckla maximal styrka. Enligt en studie av Gibala et al. (2008) råder det rent fysiologisk inget tvivel om att HIIT-träning stressar muskelfibertyp II och aktiverar många motoriska enheter i muskulaturen. Trots en hög aktivering av muskelfibertyp II hos fp i försöksgruppen verkade dock detta inte ha inverkat negativt på styrkeutvecklingen. Kontrollgruppen i sin tur arbetade dock troligen mest med fibertyp I under sina aeroba träningspass (Gollnick, Piehl & Saltin 1974). Detta kan ha inneburit att fibertyp II fick vila och återhämta sig efter styrkepasset, vilket delvis kan förklara kontrollgruppens goda styrkeutveckling.

Då såväl kontroll- som försöksgruppen ökade sin maximala styrka påtagligt utan signifikant skillnad mellan grupperna tycks valet av aerobt träningsprotokoll vara av mindre betydelse om syftet enbart är att utveckla maximal styrka under en sex veckors period. Detta kan vara intressant för en tränare vid val av träningsprotokoll. Kanske skulle den medelintensiva kontinuerliga träningen vara att fördra för en spelare som p.g.a. en lång tävlingssäsong får en kortare övergångsperiod och därmed inte får samma mentala återhämtning som om tävlingssäsongen varit kortare. Denna studie påvisade nämligen att högintensiv HIIT-träning i

denna form är väldigt uttröttande och kräver att utövaren är högmotiverad för att resultatet skall bli optimalt. Detta styrks även av Gibala et al. (2008) som hävdar att HIIT-träning på ergometercykel kräver en extremt hög motivationsnivå hos utövaren. För spelare som däremot haft en längre övergångsperiod, och därmed fått tid till mental återhämtning och har en hög motivation, kan HIIT-träning med fördel kombineras med tung styrketräning under en sex veckors period.

Denna studie visade att varken kontrollgruppens 40-80 minuters aeroba medelintensiva kontinuerliga träning eller försöksgruppens 4-20 minuters högintensiva aeroba träning i intervallform hindrade en god utveckling av maximal styrka. Träningsperiodens längd på sex veckor och frekvensen tre träningspass i veckan verkar dessutom ha passat båda grupperna väl då de utvecklade sin maximala styrka påtagligt. Detta är i linje med en studie av McCarthy et al. (2002) som påvisar att ingen nämnvärt negativ inverkan på styrkeutvecklingen sker då den aeroba träningen bedrivs med låg frekvens och volym motsvarande upp till tre träningspass i veckan.

Att träningsperiodens längd har avgörande betydelse för att undvika stagnerande av styrkeutveckling vid kombinationsträning visar en studie av Hickson (1980), där ingen negativ inverkan påvisades på styrkeutvecklingen de första sju veckorna av kombinerad styrke- och aerob träning. Fr.o.m. den åttonde veckan nåddes dock en plåtå för styrkeutvecklingen följt av en regression fr.o.m. nionde veckan. Den grupp som istället endast bedrev styrketräning fortsatte sin utveckling av maximala styrkan. Värt att notera från denna studie är dock att träningsvolymen var extrem, där den grupp som bedrev kombinationsträning utförde 11 träningspass i veckan (fem styrkepass á 30-40 min och sex aeroba pass á 40 min) i jämförelse med styrkegruppen som endast bedrev samma fem styrkepass som kombinationsgruppen. Den regression som uppstod för kombinationsgruppen i denna studie kan troligen förklaras med att deltagarna blev övertränade av den höga träningsvolymen (ca 175 min styrketräning och ca 240 min aerob träning per vecka). Träningsvolymen i vår studie var för kontrollgruppen ca 115 min styrketräning och ca 180 min aerob träning (i genomsnitt) per vecka samt för försöksgruppen ca 115 min styrketräning och ca 36 min aerob träning (i genomsnitt) per vecka. Således är träningsvolymen i vår studie betydligt lägre än i Hicksons varför det vore av intresse att i framtiden studera om samma regression skulle inträffa med vår träningsvolym om träningsperioden förlängdes.

5.4 Kritisk värdering och framtida forskning

Om samtliga variabler i denna studie som hade med prestation att göra beaktades summerat (VO_{2max} , 1RM i knäböj, tröskelbelastning, blodlaktat vid tröskelbelastningen, maximalt blodlaktat samt tid till utmattning) kunde en statistisk indikation noteras som talade för HIIT-träningens positiva effekter ur ett prestationsperspektiv jämfört med kontrollgruppens träning (se figur 10). Att ingen statistisk signifikans erhöles för denna skillnad i utveckling mellan grupperna ($p = 0,13$) tros delvis bero på den relativt korta träningsperioden samt det begränsade antalet fp. Av intresse vore därför att i framtiden göra en liknande studie med en

längre träningsperiod samt med ett större antal fp. Intressant vore även att anpassa uträkningen av summerad prestationsförmåga till den specifika idrotten genom att vikta prestationsvariablerna efter deras betydelse för aktuell idrott. För ishockey skulle variabler som maximal styrka och VO_{2max} således kunna vara mer värdefulla än t.ex. tröskelbelastning och därmed väga tyngre i den summerade uträkningen. Detta kräver dock en väl underbyggd kravprofil för idrotten i fråga samt för lagidrott helst även en indelning efter spelartyp och position.

Det bör påpekas att fp som ingick i denna studie inte var några cyklister. Trots åtgärder för att minimera inlärningseffekterna genom två veckors förberedande träning innan studiens förtester, utgjorde detta naturligtvis en felkälla eftersom det troligen kan förklara en del av studiens resultat som erhöles på ergometercykel. Hur stor denna felkälla var kan endast spekuleras om likväl som genetiska faktorer som i studier t.o.m. visat sig svara för nästan 50 % av responsen från träningen av VO_{2max} (Bouchard, An, Rice, Skinner, Wilmore, Gagnon, Pérusse, Leon & Rao 1999). Att kunna bygga träningen efter genotyp är kanske framtidens lösning till det optimala träningsprogrammet.

Det är svårt att utifrån denna studies resultat med säkerhet kunna påvisa vilka fysiologiska faktorer som förklarade de utvecklingar som skedde hos fp. En intressant vidareutveckling vore att även ta muskelbiopsier före och efter träningsperioden och se hur individer med olika fibertypssammansättning svarar på de träningsprogram som användes i denna studie, samt att studera hur mängden oxidativa och glykolytiska enzymer förändras på lokal nivå i muskulaturen. Klart står dock att HIIT-träningen är väldigt effektiv. Är du villig att utsätta dig för en kortare tid av smärta och obehag kommer du troligtvis undan med en lägre volym träning och ändå går från passet med många goda träningseffekter.

Tack till

Författarna vill rikta ett varmt tack till alla som bidragit till att denna studie har kunnat genomföras. Utan inbördes rangordning:

- Samtliga försökspersoner som frivilligt ställt upp i denna studie.
- Samir Saaidi, som hjälpt oss med våra illustrationer för D-maxmetoden.
- Adidas, Eleiko, Strength, Polar och Self Nutrition som hjälpt oss med materiel och kosttillskott.

Käll- och litteraturförteckning

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, S. P., Halkjaer-Kristensen, J. & Dyhre-Poulsen, P. (2000). Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: effects of resistance training. *Journal of applied physiology*, vol. 89(6), s. 2249-2257.
- Behm, D. G., Wahl, M. J., Button, D. C., Power, K. E. & Anderson, K. G. (2005). Relationship between hockey skating speed and selected performance measures. *Journal of strength and conditioning research*, vol. 19(2), s. 1003-1008.
- Bellardini, H., Henriksson, A. & Tonkonogi, M. (2009). *Tester och mätmetoder, första upplagan*. SISU Idrottsböcker.
- Bompa, T. O. & Haff, G. G. (2009). *Periodization: Theory and methodology of training, fifth edition*. Human kinetics.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, vol. 14(5), s. 377-381.
- Bouchard, C., An, P., Rice, T., Skinner, J. S., Wilmore, J. H., Gagnon, J., Pérusse, L. Leon, A. S. & Rao, D. C. (1999). Familial aggregation of VO_{2max} response to exercise training: results from the heritage Family Study. *Journal of applied physiology*, vol. 87(3), s. 1115-1121.
- Gibala, M. J. & Mcgee, S. L. (2008). Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: A little pain for a lot of gain? *American college of sports medicine*, vol. 36(2), s. 58-63.
- Gollnick, P. D., Piehl, K. & Saltin, B. (1974). Selective glycogen depletion pattern in human musclefibres after exercise of varying intensity and at varying pedalling rates. *The journal of physiology*, vol. 241(1), s. 45-57.
- Hickson, R. C. (1980). Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, vol. 45(2-3), s. 255-263.
- Herodek, K., Simonovic, C., Pavlovic, V. & Stankovic, R. (2014). High intensity interval training. *Activities in physical education and Sport*, vol. 4(2), s. 205-207.
- Häkkinen, K., Alen, M., Kraemer, W. J., Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Rusko, H., Mikkola, J., Häkkinen, A., Valkeinen, H., Kaarakainen, E., Romu, S., Erola, V., Ahtainen, J. & Paavolainen, L. (2003). Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *European journal of applied physiology*, vol. 89(1), s. 42-52.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H. & Costill, D. L. (2012). *Physiology of sport and exercise, fifth edition*. Human kinetics.
- Kraemer, W. J., Adams, K., Cafarelli, E., Feigenbaum, M. S., Fleck, S. J., Frankling, B., Fry, A. C., Hoffman, J. R., Newton, R. U., Potteiger, J., Stone, M. H., Ratarness, N. A. & Triplett-McBride, T. (2002). Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine*

and Science in Sports and Exercise, vol. 34(2), s. 364-380.

Laursen, P. B. & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports Med.*, vol. 32(1), s. 53-73.

Lundberg, T. (2014). The effects of aerobic exercise on human skeletal muscle adaptations to resistance exercise. Diss. *Department of health sciences Mid Sweden University, Östersund*.

Mascaro, T., Seaver, B. L. & Swanson, L. (1992). Prediction of skating speed with off-ice testing in professional hockey players. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, vol. 15(2), s. 92-98.

McCarthy, J. P., Pozniak, M.A. & Agre, J.C. (2002). Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 34(3), s. 511-519.

Montgomery, D. L. (1988). Physiology of ice hockey. *Journal of sports medicine*, vol. 5(2), s. 99-126.

Montgomery, D. L. (2006). Physiological profile of professional hockey players - a longitudinal comparison. *Applied physiology, nutrition & metabolism*, vol. 31(3), s. 181-185.

Parolin, M. L., Chesley, A., Matsos, M. P., Spriet, L. L., Jones, N. L. & Heigenhauser, G. J. F. (1999). Regulation of skeletal muscle glycogen phosphorylase and PDH during maximal intermittent exercise. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, vol. 277(5), s. 890-900.

Poole, D. C. & Gaesser, G. A. (1985). Response of ventilatory and lactate thresholds to continuous and interval training. *Journal of applied physiology*, vol. 58(4), s. 1115-1121.

Quinney, H. A., Dewart, R., Game, A., Snyder, G., Warburton, D. & Bell, G. (2008). A 26 year physiological description of a national hockey league team. *Applied physiology, nutrition and metabolism*, vol. 33(4), s. 753-760.

Rhea, M. R., Alvar, B. A., Burkett, L. N. & Ball, S. D. (2003). A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine and science in sports and exercise*, vol. 35(3), s. 456-464.

Shaw, B. S., Shaw, I. & Brown, G. A. (2009). Comparison of resistance and concurrent resistance and endurance training regimes in the development of strength. *Journal of strength and conditioning research*, vol. 23(9), s. 2507-2514.

Stegmann, H., Kinderman, W. & Schnabel, A. (1981). Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *International Journal sports Medicine*, vol. 2(3), s. 160-165.

Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M. & Yamamoto, K. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO_{2max} . *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 28(10), s. 1327-1330.

Tabata, I., Irisawa, K., Kouzaki, M., Nishimura, K., Ogita, F. & Miyachi, M. (1997). Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. *Medicine and science in sports & exercise*, vol. 29(3), s. 390-395.

Tanner, R. K. & Gore, C.J. (2013). *Physiological tests for elite athletes*. Australian institute of sport. Human kinetics.

Tomlin, D. L. & Wenger, H. A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports medicine*, vol. 31(1), s. 1-11.

Twist, P. & Rhodes, T. (1993). The bioenergetic and physiological demands of ice hockey. *National strength and conditioning association journal*, vol. 15(5), s. 68-70.

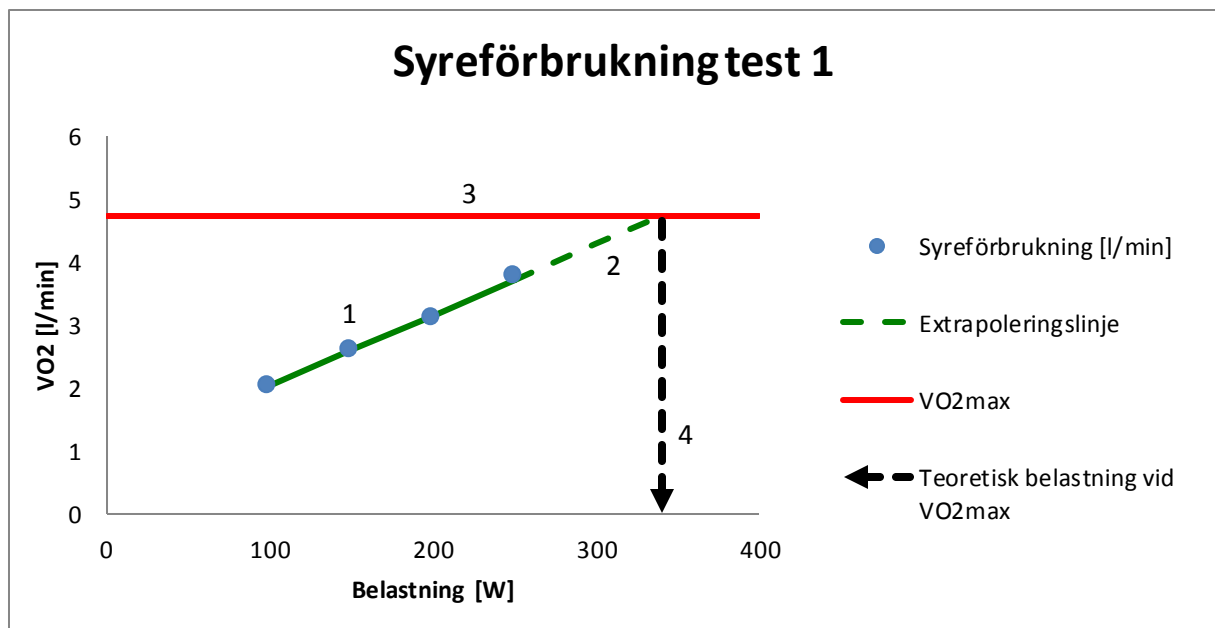
Wilson, J., Marin, P., Rhea, M., Wilson, S., Leoneke, J. & Anderson, J. (2012). Concurrent training: A meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercise. *Journal of strength and conditioning research*, vol. 26(8), s. 2293-2307.

Bilaga 1

Uträkning av intensiteten 100 % av VO_{2max} samt laktattröskeln

Nedan visas hur intensiteten 100 % av VO_{2max} samt laktattröskeln beräknades i samband med tröskeltest på ergometercykel. Respektive steg beskrivs i punktform och tydliggörs med motsvarande siffra i aktuellt diagram.

1. Syreförbrukningen vid de belastningar på ergometercykel där fp:s blodlaktat uppgick till maximalt 6 mmol/l plottades och en approximerad rät linje upprättades med hjälp av Excel.
2. Den räta linjen extrapolerades med hjälp av Excel.
3. Linjen för fp:s VO_{2max} ritades in.
4. Skärningspunkten mellan de två linjerna gav den teoretiska belastning som motsvarade intensiteten 100 % av VO_{2max} (lästes av på x-axeln).

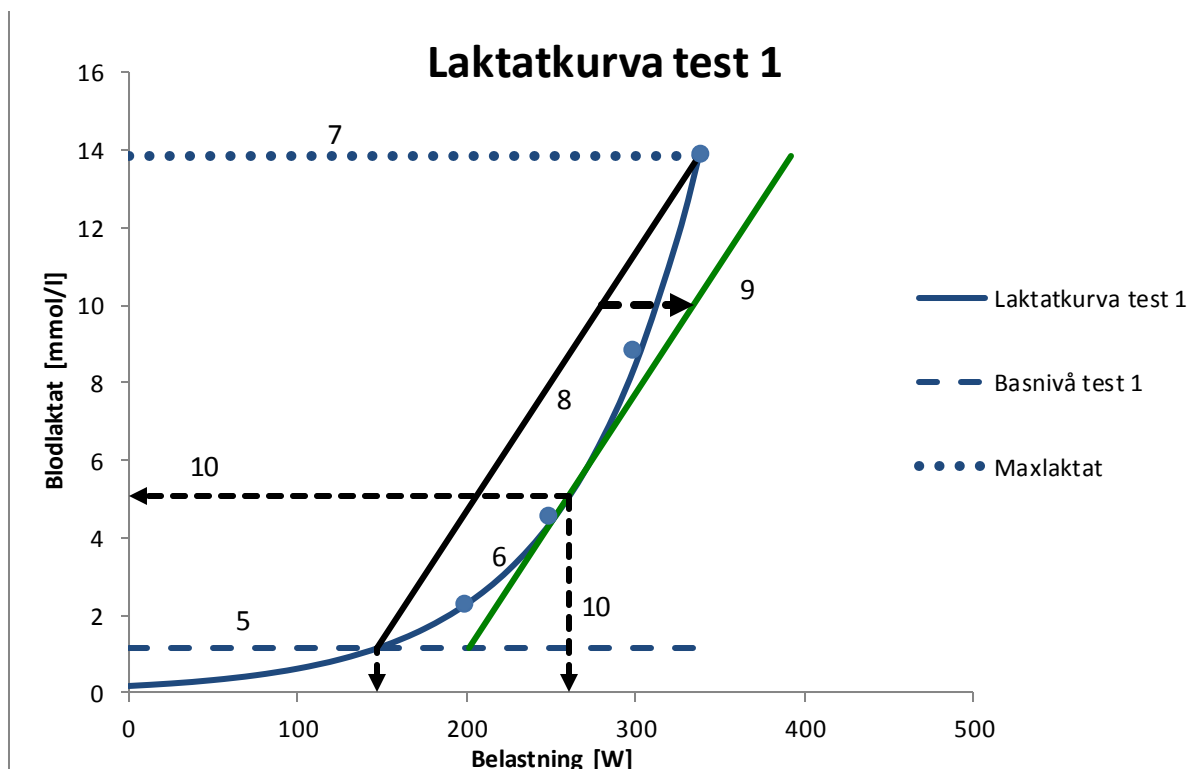


5. Basnivån av blodlaktat fastställdes genom att beräkna medelvärdet av de uppmätta laktatnivåer vid belastningar som låg inom 1,0 mmol/l från fp:s vilolaktat.
6. Blodlaktatet vid de belastningar som inte ingick i basnivån plottades och en approximerad exponentiell kurva upprättades med hjälp av Excel. Sista punkten utgjordes av fp:s maximala blodlaktat och den teoretiska belastning som motsvarade intensiteten 100 % av VO_{2max} (som erhållits i punkt 4).
7. Linjen för fp:s maximala blodlaktat ritades in.

8. En rät linje upprättades från den punkt där de anaeroba processerna "startade" (d.v.s. där linjen för basnivå korsade exponentialkurvan) till den punkt där exponentialkurvan korsade linjen för maximalt blodlaktat.

9. Linjen upprättad i punkt 8 parallellförflyttades åt höger tills linjen tangerade den exponentiella kurvan med hjälp av Excel.

10. Den exakta tangeringspunkten beräknades med hjälp av Excel och punkten utgjorde den sökta laktattröskeln (tröskelbelastningen lästes av på x-axeln och blodlaktatvärdet lästes av på y-axeln).



Bilaga 2

Litteratursökning

Syftet med denna studie var att undersöka utveckling av styrka och aerob förmåga vid kombinationsträning med olika intensitet och volym i den aeroba träningen.

Studiens frågeställningar var:

- Utvecklas maximal styrka olika då styrketräning kombineras med antingen högintensiv aerob träning i intervallform eller aerob medelintensiv kontinuerlig träning?
- Vilket av dessa två kombinationsprogram är effektivast för att öka maximal syreupptagningsförmåga (VO_{2max}), laktattröskeln, maximalt blodlaktat och tid till utmattning?

Vilka sökord har ni använt?

Concurrent training
Gibala
Strength and endurance
Concurrent training meta analysis
Interference and Hickson
Tabata
Quinney and ice hockey

Var har ni sökt?

Sökning har skett via GIH:s bibliotekskataloger i artikeldatabaserna Pubmed och SportDiscus. Information har även sökts via Google Scholar.

Sökningar som gav relevant resultat

SportDiscus: Tabata high intensity (6)
Sport Discus: Concurrent training meta analysis (1)
SportDiscus: High intensity*gibala*pain (1)
SportDiscus: Quinney and ice hockey (11)
SportDiscus: Ice hockey NHL (179)
PubMed: Concurrent training and strength (275)
Google Scholar: Hickson strength

Kommentarer