

cepts betydning or præstationen



Udarbejdet af:

Kasper Sørensen

Christian Nørgaard Nielsen

Aalborg Universitet

Idræt 10. semester

Vejleder: Ernst Albin Hansen

Afleveret 30. maj 2012

Titel: "10-20-30"-løbetræning: Et nyt træningskoncept
betydning for præstationen

Tema: Præstation og højintens træning

Projektperiode: 01-02-2012 – 30-05-2012

Projektgruppe: 1058

Deltagere: 2

Kasper Sørensen

Christian Nørgaard Nielsen

Vejleder: Ernst Albin Hansen

Oplagstal: 4

Sideantal: 58

Afleveret den 30. maj 2012

Abstract

The effect of an alteration from regular endurance to interval (10-20-30) training on, maximum oxygen uptake ($VO_2\text{-max}$), running economy, blood variables pH, lactate, bicarbonate, and performance of runners was examined. Eighteen moderately trained runners (2 females and 16 males; $VO_2\text{-max}$: 4353 ± 222) (means \pm SD) were divided into a high intensity training (10-20-30; 1 female and 12 males) and a control (CON; 2 females and 3 males) group. For an eight week intervention period the 10-20-30 replaced two normal training sessions with 10-20-30 training consisting of low, moderate and high speed running (>90 pct. of maximal speed) for 30, 20 and 10 s, respectively, in 2-3 5-min intervals interspersed by 2 min of recovery, reducing training volume while CON continued the normal training. After the intervention period $VO_2\text{-max}$, blood variables, and performance (5000m) was not altered in 10-20-30 compared to CON. The present study shows that interval training with short 10-s near maximal bouts maintain performance and $VO_2\text{-max}$ despite a reduction in training volume.

Projektet blev afviklet i efteråret 2011 på Institut for Idræt på Københavns Universitet, under ledelse af professor Jens Bangsbo og ph.d.-studerende Thomas Gunnar Petursson Gunnarsson samt i Odder Atletik og Motion. Vi har ikke haft indflydelse på tilrettelæggelsen af designet i studiet, da vores deltagelse i projektet bestod i, at assistere ved tests i laboratoriet samt ved de lokale felttests.

Formålet med "10-20-30"-konceptet var at undersøge hvilken betydning en ny træningsform havde på præstationen. I træningsperioden reduceres træningsmængden, mens intensiteten forøges. Forsøgsdeltagerne i studiet var alle moderat trænede løbere (kondital 52,5).

Studiet har for os været spændende og udfordrende, men var aldrig blevet til noget uden hjælp fra følgende personer:

Vi vil gerne takke forsøgsdeltagerne fra Odder Atletik & Motion samt alle kontrolløberne. Uden dem havde dette projekt ikke været muligt.

Tak til vores vejleder Ernst Albin Hansen for god vejledning, interesse og god sparring gennem hele projektperioden.

Tak til ph.d.-studerende Thomas Gunnar Petursson Gunnarsson og Lasse Gliemann Jensen fra Københavns Universitet for konstruktiv kritik under udarbejdelsen af projektet.

1. INDLEDNING.....	5
1.1 STUDIER MED AEROB OG ANAEROB TRÆNING.....	5
1.2 FAKTORERS BETYDNING FOR PRÆSTATIONSEVNEN PÅ 5000M.....	6
1.3 GENERELT OM VO ₂ -MAX, LØBEØKONOMI OG BLODLAKTAT VED ET 5000M LØB.....	7
1.4 TRÆNINGSEFFEKTERNE	9
1.5 PROBLEMFOMULERING.....	17
2. FORMÅL OG HYPOTESE.....	17
2.1 FORMÅL.....	17
2.2 HYPOTESER.....	18
3. METODE.....	18
3.1 FORSØGSDELTAGERNE.....	18
3.2 PROJEKTDESIGN.....	19
3.3 TRÆNINGSFREMMØDE.....	21
3.4 TRÆNINGSPERIODEN	21
3.5 PRÆSTATIONSTESTS	22
3.6 MÅLINGER OG ANALYSER	24
3.7 BEREGNINGER.....	25
3.8 STATISTIK	26
4. RESULTATER.....	27
4.1 TRÆNINGSFREKVENSEN	27
4.2 PRÆSTATIONSTESTS (5000M).....	27
4.3 SUB-MAKSIMALE LØBETESTS I LABORATORIUM	28
4.4 SUB-MAKSIMALE LØBETESTS I LABORATORIUM - BLODPRØVER.....	28
4.5 MAKSIMALE LØBETESTS I LABORATORIUM	29
4.6 MAKSIMALE LØBETESTS I LABORATORIUM - BLODDATA.....	30
4.7 KORRELATIONER	31
5. DISKUSSION.....	34
5.1 PRÆSTATIONSEVNEN.....	35
5.2 FAKTORERNES BETYDNING FOR 5000M PRÆSTATIONSTESTEN	36
5.3 MÅLINGER PÅ BLODVARIBLERNE.....	40
5.4 METODEKRITIK.....	43
5.5 SKADER.....	44
5.6 TRÆNINGSDAGBØGER	45
5.7 PERSPEKTIVERING.....	46
6. KONKLUSION	47
7. LITTERATURLISTE	49
8. BILAG.....	55

1. Indledning

De seneste 10 år er løb blevet den mest udbredte form for idrætsaktivitet for voksne danskere (over 16 år). I dag løber mere end 25 % af alle danskere regelmæssigt. Den store gruppe af løbere i Danmark udgør imidlertid ikke en homogen gruppe. Ifølge en ny undersøgelse omkring motionsløb i Danmark inddeles løberne i følgende typer (Forsberg et al. 2012):

- Traditionsløbere (20 %), som løber for fornøjelsens skyld og hvor løb er deres primære idrætsgren.
- Socialløbere (12 %), der løber for at være sammen med venner og skabe nye venskaber.
- Udfordringsløbere (16 %), som løber for at udfordre sig selv og deltager i motionsløb, fordi det er vigtigt for deres daglige træning.
- Selvorganiserede løbere (36 %), som ikke er medlem af en forening og løber primært på egen hånd.
- Sundhedsløbere (15 %), der løber for konditionens skyld, samt for at tabe sig eller holde vægten.

Bemærkelsesværdigt er det, at 16 % af alle løbere i undersøgelsen ønsker at udfordre sig selv ved blandt andet at blive hurtigere på en given distance (Forsberg et al. 2012).

Dette projekt tager afsæt i udfordringsløberne, som ønsker at forbedre eksisterende løbetider. Der er i løbeverden en udpræget konsensus om, at langtidspræstationen forbedres bedst gennem overvejende aerob træning. Studiet ønsker at afdække, om moderat trænede løbere kan forbedre deres løbepræstation på 5000m ved at udføre en kombination af aerob og anaerob træning i otte uger.

1.1 Studier med aerob og anaerob træning

Gennem de senere år har en række studier fundet forbedringer på præstationsevnen, ved at kombinere aerob og anaerob træning (Esfarjani & Laursen, 2007; Bangsbo et al. 2009).

Studiet af Esfarjani & Laursen, (2007) havde til formål at undersøge to intervalformer på moderat trænede forsøgsparticipanter (kondital 51,5). Den ene interventionsgruppe (gruppe 1) udførte aerob højintensitetstræning samt udholdenhedstræning (2 · 8 gentagelser ved den hastighed som udløser den maksimale iltoptagelse (vVO_2 -max), hvilket løbes i 60 % af tiden til udmattelse. Desuden løbes 2 · 60 min. ved 75 % af vVO_2 -max). Den anden interventionsgruppe (gruppe 2) udførte en kombination af aerob udholdenhedstræning og anaerob træning (2 · 12 30s ved 130 % af vVO_2 -max samt 2 · 60 min. ved 75 % af vVO_2 -max). Begge grupper oplevede præstationsfremgang på 3000m løb og på den maksimale iltoptagelse (VO_2 -max). Størst fremgang havde gruppe 1, som forbedrede deres tid på et 3000m løb med 50 sekunder.

I studiet af Bangsbo et al. (2009) forbedrede veltrænede løbere (kondital 63,0) deres 10000m løbepræstation, supra-maksimal test og 30 sekunder sprinttest tid. Studiet reducerede træningsmængde (25 %) og kombinerede aerob udholdenhedstræning (1-2 gange pr. uge under 75 % af maksimal hjertefrekvens), aerob højintens træning (4 · 4 min. ved 90-95 % af maksimal hjertefrekvens én gang pr. uge, med en pause på 3 min.) og anaerob træning (8-12 · 30 sek. ved 95 % maksimal hastighed to-tre gange pr. uge, med en pause på 3 min.) i seks til ni uger.

Vores studie undersøger, hvordan en kombination af aerob og anaerob træning påvirker moderat trænede forsøgsparticipanter. Fokus er på den anaerobe træning, som for forsøgsparticipanterne vil være uvant. Det overordnede mål er at forbedre tiden på et 5000m løb, på trods af en nedgang i træningsvolumen.

1.2 Faktorerens betydning for præstationsevnen på 5000m løb

For at målrette træningen mod en forbedring af præstationsevnen, er det afgørende at belyse hvilke parametre, som har indflydelse på et 5000m løb, og i hvor høj grad disse er trænerbare. En række studier peger på, at en langdistanceløbers præstationsevne i høj grad kan bestemmes ud fra tre parametre:

- VO_2 -max
- Løbeøkonomi
- Blodlaktat

(Sjödín et al. 1982; Tanaka et al. 1986; Fay et al. 1989).

1.3 Generelt om VO₂-max, løbeøkonomi og blodlaktat ved et 5000m løb

1.3.1 VO₂-max

Flere studier har fundet en sammenhæng mellem en stigning af VO₂-max og en forbedring af præstationen (Laursen et al. 2002; Esfarjani & Laursen, 2007). VO₂-max er et produkt af både centrale og perifere faktorer og indgår i Fick's ligning:

$$VO_2\text{-max (ml ilt/min)} = Q_{\text{max}} \text{ (ml blod/min)} \cdot a\text{-}vO_2 \text{ diff (ml ilt per 100 ml blod)}$$

(McArdle et al. 2007)

En ændring i minutvolumen (Q_{max}) eller i den arteriel-venøse difference ($a\text{-}vO_2 \text{ diff}$) vil teoretisk betyde en stigning af VO₂-max. Umiddelbart tyder det på, at Q_{max} er den begrænsende faktor for VO₂-max. Perifere faktorer som øget kapillarisering, mitokondrie volumen og koncentrationen af oxidative enzymer vurderes at have større indflydelse på sub-maksimal udholdenhed, substratvalg, iltoptagelseskinetik samt laktatomsætning (McArdle et al. 2007).

VO₂-max angives som maksimal iltoptagelse pr. minut (ml ilt/min) og indregnes kropsmassen findes konditallet (ml ilt/kg/min). Dette er en god indikator for præstationsevnen i vægtbærende idrætsgrene. Hos eliteløbere er der fundet konditalsværdier på over 80, hvilket er mindst dobbelt så høje værdier som hos utrænede personer (Michalsik & Bangsbo, 2006). Det synes nødvendigt som minimum at have konditalsværdier omkring 70 for at præstere på internationalt eliteniveau (Sjödín & Svedenhag 1985).

1.3.3 Løbeøkonomi

En god løbeøkonomi er evnen til at bruge mindst mulig ilt ved en bestemt hastighed. Efter en træningsperiode kan der ved en forbedret løbeøkonomi observeres et lavere iltforbrug ved samme hastighed, eller en højere hastighed kan opretholdes over længere tid (Sauders et al. 2004).

Studier på verdensklasseløbere fra Kenya og Eritrea viser, at netop en god løbeøkonomi er årsagen til deres succes på langdistanceløb som fx ved et 5000m løb

(Lucia et al. 2006). Der er mange faktorer, som kan have indflydelse på løbeøkonomien, herunder fysiologiske, biomekaniske, miljømæssige, antropometriske og træningsmæssige faktorer (Saunders et al. 2004).

Efter træning kan forbedringer af løbeøkonomien skyldes større mitokondriel effektivitet, hvilket vil sige at mere ATP dannes pr. ét iltmolekyle (Russel et al. 2003), en reducere i ventilation og kardiovaskulært stress ved en given hastighed (Franch et al. 1998) samt en ændring i løbeteknik (Williams & Cavanagh 1987). Yderligere synes forbedringer i udnyttelsen af elastisk energi og muskelfiberrekrutteringen at bidrage til forbedringer af løbeøkonomien (Paavolainen et al. 1999 & Saunders et al. 2004). Ligeledes tyder det på, at faktorer som muskel-senestivhed (Jones, 2002) og underbenets volumen (Lucia et al. 2006) er afgørende for løbeøkonomien.

1.3.2 Blodlaktat

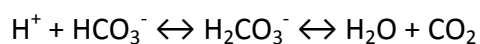
I træning ved lav til moderat intensitet kan den aerobe metabolisme imødekomme energikravene fra de aktive muskler. Lidt eller ingen blodlaktat akkumuleres ved denne intensitet, da laktatproduktionen er ækvivalent med laktatfjernelsen. Ved intenst arbejde forøges akkumuleringen af blodlaktat, som kan resultere i præstationsnedgang grundet dissociationen H^+ -ionen.

En betydelig akkumulering af blodlaktat kan antyde, at der er sket en intramuskulær laktatophobning og dermed et fald i den intramuskulære pH-værdi, hvilket blandt andet kan medføre en forringelse af kontraktionshastigheden i musklen (McArdle et al 2007; Jones og Carter 2000).

Kroppen har tre modtræk over for ændringer i pH-værdi:

- Kemiske buffere
- Pulmonære ventilation
- Nyrebufferen

De kemiske buffere omfatter bikarbonat- fosfat- og protein-buffere. Ved forhøjede H^+ -koncentrationer aktiveres bufferne således, at de frie H^+ -ioner bindes til en stærk syre og danner en svag syre ($H^+ + \text{buffer} \rightarrow \text{H-buffer}$). Nedenfor er bikarbonat-bufferligningen præsenteret:



Hvis vejrtrækningen øges, rykker ligningen mod højre, da en øget ventilering medfører en øget udvaskelse af CO_2 , hvilket får pH til at stige, da H^+ og HCO_3^- danner H_2CO_3^- , som opløses til CO_2 og H_2O . Den renale buffer besidder en mere langvarig virkningstid end de to andre buffere og har en vigtig rolle i at vedligeholde kroppens alkaline reserve gennem udskillelse af H^+ -ioner. (McArdle et al. 2007).

Efter en træningsperiode kan der ved en given intensitet enten være sket 1) Et fald i laktatdannelsen i musklen eller 2) En hurtigere laktatfjernelse fra muskelinterstitiet til blodbanen (Bergmann et al. 1999; MacRae et al. 1992). Studierne har undersøgt de forandringer, der sker med laktat efter en træningsperiode, og tilskriver forbedringerne i én af de to førnævnte mekanismer. Når der arbejdes ved moderate intensiteter (under 60 % af VO_2max), er det en mindre laktatdannelse, der er ansvarlig for ophobningen af laktat. Omvendt er laktatfjernelsen fra muskelinterstitiet mere afgørende ved mere intensivt arbejde (over 80 % af VO_2max) (Bergmann et al. 1999; MacRae et al. 1992). En reduceret laktatproduktion kan muligvis tilskrives ændringer i perifere faktorer som typer af muskelfibre, kapillærtætheden og antallet af mitokondrier (Holloszy & Coyle, 1984). Hvis det oxidative potentiale øges, vil der ved den samme belastning kunne detekteres en nedsat laktatproduktion som resultat af en øget aerob energiomsætning (Ivy et al. 1980).

1.4 Træningseffekterne

Følgende afsnit afdækker, hvordan "10-20-30"-konceptet kan have en effekt på førnævnte faktorer. Der bliver taget udgangspunkt i relevant litteratur, og løbende i afsnittet vurderes vores forventninger til de endelige resultater i projektet. Først defineres en række centrale begreber.

1.4.1 Definition af træningsbegreber

Afsnittet definerer relevante begreber, som anvendes i projektet.

Aerob udholdenhedstræning: Træning, som ligger i intervallet mellem 50-90 % af maksimal pulsfrekvens.

Aerob højintensitetstræning: Træning, der ligger i intervallet 90-100 % af maksimal pulsfrekvens.

Anaerob træning: Træning, som ligger over 100 % af VO₂-max

(Iaia & Bangsbo, 2010).

1.4.1 Træning af VO₂-max

1.4.1.1 Intensitet

Det er dokumenteret, at utrænede personer kan opnå stigninger i VO₂-max efter en periode med udholdenhedstræning (Miles et al. 1976; Mohr 2007). Samtidig tyder det på, at trænede personer enten skal øge deres træningsvolumen og/eller træningsintensiteten for at forbedre VO₂-max (Esfarjani & Laursen, 2007; Laursen et al. 2002; Weston et al. 1997). Et træningsstudie på veltrænede løbere har imidlertid ikke fundet forbedringer af VO₂-max ved intensiteter ved eller over 90 % af vVO₂-max (Billat et al. 1999). Grunden til, at førnævnte studie ikke fandt forbedringer af VO₂-max, kunne tilskrives forsøgsdeltagernes gode træningstilstand (Wenger & Bell 1986).

Det er uklart, hvor meget der skal trænes ved vVO₂-max for at opnå en forbedring af VO₂-max. Hill & Rowell, (1997) indikerede, at intervaller af længere varighed end 60 % af tiden til udmattelse bør benyttes, hvis målet var at opnå VO₂-max i det enkelte interval. Studiet af Billat, (2001) fandt, at kortere intervaller af 30 sekunders varighed kunne forbedre VO₂-max, hvis aktive pauser blev benyttet mellem de enkelte intervaller.

Der er ikke konsensus i litteraturen om, hvordan anaerob træning påvirker VO₂-max. MacDougall et al. (1998) fandt en fremgang i VO₂-max på moderat trænede (kondital 51,0) efter 4-7 · 30 sekunders all out cykelintervaller (2-4 min. pause) tre gange om ugen i syv uger. Modsat fandt Iaia et al. (2008) ingen forandringer af VO₂-max på moderat trænede løbere (kondital 55,8) efter en periode med anaerob træning.

”10-20-30”-konceptet inkluderer træning med aktive pauser, samt perioder med hastigheder over $v\text{VO}_2\text{-max}$. Det forventes ud fra intensiteten i vores studie, at forsøgspartagerne som minimum opretholder deres $\text{VO}_2\text{-max}$ eller opnår en stigning af $\text{VO}_2\text{-max}$.

1.4.1.2 Mængde

To træningsstudier på utrænede personer har vist, at $\text{VO}_2\text{-max}$ kunne forbedres ved at øge træningsmængden (Miles et al. 1976; Gettman et al. 1976). I et træningsstudie af Gettman et al. (1976) deltog utrænede forsøgspartagere i 20 uger. Studiet rapporterede om en større stigning af $\text{VO}_2\text{-max}$ hos personer med en ugentlig træningsmængde på fem dage á 30 min. sammenlignet med personer med et ugentligt træningspas på 30 min. Intensiteten ved alle træningspas var 85 % - 90 % af maksimal pulsfrekvens. Ligeledes fandt Miles et al. (1976) en korrelation mellem en øget træningsmængde pr. træningspas og stigninger i $\text{VO}_2\text{-max}$ hos 59 utrænede forsøgspartagere.

Andre studier har fundet en forbedring af $\text{VO}_2\text{-max}$ efter længerevarende træningsperioder (Tanaka et al. 1986; Sjödín et al. 1982). Tanaka et al. (1986) fandt forbedringer af $\text{VO}_2\text{-max}$ efter 16 ugers træning på træuede mellemdistanceløbere. Forsøgspartagerne normale træningsfrekvens var fem til seks træningspas pr. uge, og udover dette blev der tilføjet mindst to ugentlige træningspas ved høj intensitet på 60-90 minutter. Det interessante ved Tanaka et al. (1986) var, at man målte $\text{VO}_2\text{-max}$ efter otte uger og ikke fandt forbedringer. Det kan imidlertid ikke konkluderes, om træning ved høj intensitet kan forbedre $\text{VO}_2\text{-max}$ hos løbere, da studiet tillod forsøgspartagerne at fortsætte deres ”normale” træning under interventionsperioden. Samtidig kan det ikke udelukkes, at forbedringen i $\text{VO}_2\text{-max}$ kan tilskrives mere intensive træningsformer eller en stigning i træningsvolumen under interventionsperioden.

Sjödín et al. (1982) fandt ligeledes en forbedring af $\text{VO}_2\text{-max}$ efter 14 ugers træning med ét ugentligt ekstra træningspas af 20 minutters varighed med høj intensitet hos veltrænede personer. I studiet blev træningsdagbøgerne indsamlet for forsøgspartagerne i 18 uger før en interventionsperiode samt under de 14 ugers trænings-

intervention. Den "normale" træning kunne hermed standardiseres gennem samtlige 32 uger. Forsøgspartagerne udførte ikke træning ved høje intensiteter før interventionsperioden, og dermed kunne ændringer i VO_2 -max sandsynligvis tilskrives enten implementeringen af ét ugentligt træningspas på 20 minutter ved høj intensitet eller en forøgelse af træningsmængden.

Med udgangspunkt i træningsmængden forventer vi ikke en stigning af VO_2 -max, da træningsmængden i dette studie er designet til at blive reduceret. Ingen af førnævnte studier rapporterer om nedgang i VO_2 -max. Vi forventer derfor en vedligeholdelse af VO_2 -max.

1.4.1.3 Kombination af aerob og anaerob træning

En række træningsstudier har undersøgt effekten af kombineret aerob og anaerob træning på VO_2 -max. Tabata et al. (1996) fandt fremgang af VO_2 -max på moderat trænede forsøgspartagere (kondital 48). Studiet undersøgte effekterne af cykelintervaller (170 % af VO_2 -max til udmattelse 7-9 gentagelser i fire uger) kombineret med ét ugentligt træningspas (30 min. ved 70 % af VO_2 -max). Studiet af Bangsbo et al. (2009) fandt ingen forbedringer af VO_2 -max efter en periode med kombineret aerob og anaerob træning i seks til ni uger. Med udgangspunkt i studierne med kombineret aerob og anaerob træning kan vi forvente en vedligeholdelse af VO_2 -max eller en stigning.

På baggrund af overstående afsnit (1.4.1 Træning af VO_2 -max) forventes VO_2 -max som minimum at være uændret. Hvorvidt der kan forventes en stigning af VO_2 -max er mere uklart. Vores træningsperiode forløber over otte uger, hvilket kan være for kort til at spore en stigning af VO_2 -max. Modsat er intensiteten i studiet høj, hvilket kan medføre en stigning af VO_2 -max, jf. tabel 1.

VO ₂ -max	
Træningstype	Forventninger
Intensitet	Vedligeholde eller forbedre
Mængde	Vedligeholde
Kombineret aerob og anaerob træning	Vedligeholde eller forbedre
Samlet forventning	Vedligeholde eller forbedre

Tabel 1: Illustrerer vores forventninger til, hvordan VO₂-max vil blive påvirket af "10-20-30"-konceptet ud fra intensitet, mængde og kombineret aerob og anaerob træning.

1.4.2 Træning af løbeøkonomi

1.4.2.1 Intensitet

Løbeøkonomien kan forbedres ved forskellige intensiteter (Daniels & Daniels, 1992; Franch et al. 1998; Beneke & Hütler, 2005). Der er imidlertid ikke konsensus om, hvilken intensitet der mest effektivt forbedrer løbeøkonomien. Svedenhag & Sjödín, (1984) og Daniels & Daniels, (1992) fandt, at mellemdistance løbere havde en bedre løbeøkonomi ved høje intensiteter sammenlignet med langdistanceløbere. Det forholdte sig omvendt, når sammenligningen blev gjort ved moderate intensiteter. Beneke & Hütler, (2005) viste, at moderat trænede løbere kun forbedrede deres løbeøkonomi ved de hastigheder, som de løb ved under træningen. I studiet af Franch et al. (1998) forbedrede moderat trænede deres løbeøkonomi ved ~14 km/t, ved at træne 17 pas ved ~15-16 km/t i seks uger. Samme træningsstimuli forbedrede ikke løbeøkonomien ved højere hastigheder.

Studier på veltrænede løbere har fundet, at løbeøkonomien kunne forbedres ved en række forskellige hastigheder. Billat et al. (1999) forbedrede løbeøkonomien ved 14 km/t efter en fire ugers træningsintervention. Træningen inkluderede deres normale træning (4 træningspas pr. uge) samt to træningspas ved høje intensiteter hos eliteløbere (kondital 71). Endvidere fandt flere studier forbedringer i hastigheden, hvorved VO₂-max udløses uden at finde forbedringer i VO₂-max, hvilket kan skyldes en forbedret løbeøkonomi (Billat et al. 1999).

Vi forventer ud fra ovenstående afsnit at observere en forbedring af løbeøkonomien, grundet en høj intensitet i studiet.

1.4.2.2 Mængde

Flere studier har fundet en sammenhæng mellem løbeøkonomien på distancer fra 3000m til maraton og den ugentlige træningsmængde på let- til veltrænede løbere (Sjödín & Svedenhag 1985; Hagan et al. 1987). Hagan et al. (1987) fandt en sammenhæng mellem maratonpræstationen og gennemsnitlige antal km. pr. uge (sidste 12 uger før et maraton) på kvindelige løbere. Dolgener et al. (1994) undersøgte effekten af en nedgang af træningsmængden på to grupper let trænede universitetsstuderende. Der var en forskel på 20 % mellem den totale træningsmængde i grupperne, men ingen signifikant forskelle blev observeret på en maratonpræstation.

I studiet af Scrimgeour et al. (1986) fandt de en korrelation mellem den ugentlige træningsmængde og løbeøkonomien hos konkurrenceløbere. Løbere med en ugentlig træningsmængde over 100 km. pr. uge havde i modsætning til løbere med en træningsmængde under 100 km. pr. uge en bedre løbeøkonomi.

Vi forventer ud fra designet af vores studie at træningsmængden ikke forbedrer løbeøkonomi hos forsøgsparticipanterne. Ingen af studierne fandt en nedgang af løbeøkonomien, derfor forventes en vedligeholdelse af løbeøkonomien.

1.4.2.3 Kombination af aerob og anaerob træning

Studiet af Paavolainen et al. (1999) fandt en forbedring af løbeøkonomien ved ~13 km/t og ~15 km/t ved at implementere styrketræning til forsøgsparticipanternes normale aerob udholdenhedstræning. I studiet af Bangsbo et al. (2009) blev løbeøkonomien forbedret ved ~12 km/t, efter en periode med kombineret aerob og anaerob træning. Studiet fandt ingen forbedringer ved hastigheder over 12 km/t. Det kan tyde på, at forbedringer af løbeøkonomien kan være afhængigt af et anaerob stimuli. Vi forventer en forbedret løbeøkonomi på baggrund af et øget anaerob stimuli i træningsperioden.

Med udgangspunkt i ovenstående afsnit (1.4.2 Træning af løbeøkonomi) forventes en forbedring af løbeøkonomien i vores studie. De studier som kombinerer aerob og anaerob træning og observerer på løbeøkonomien finder alle forbedringer.

Samtidig har designet i vores studie fokus på anaerob træning og vi forventer derfor en forbedring af løbeøkonomien, jf. tabel 2.

Løbeøkonomi	
Træningstype	Forventninger
Intensitet	Forbedre
Mængde	Vedligeholde
Kombineret aerob og anaerob træning	Forbedre
Samlet forventning	Forbedre

Tabel 2: Illustrerer vores forventninger til, hvordan løbeøkonomien vil blive påvirket af "10-20-30"-konceptet ud fra intensitet, mængde og kombineret aerob og anaerob træning.

1.4.3 Træning af blodlaktat

1.4.3.1 Intensitet

Flere studier har fundet en sammenhæng mellem laktatophobningen ved en given hastighed og præstationen på længere distancer hos let og veltrænede løbere (Poole & Gaeser, 1985; Sjödín & Svedenhag, 1985; Londeree, 1997).

Det er påvist, at 400/800m løbere har samme niveau af laktatophobning som maratonløbere ved samme intensitet. Det kan derfor tyde på, at træning ved høje intensiteter kan forbedre laktatophobningen (Svedenhag & Sjödín, 1984). Endvidere kan en reduceret laktatophobning tilskrives et forbedret oxidativt potentiale i type II muskelfibre efter en periode med intensiv træning (Franch et al. 1998). En række studier har påvist, at effekten af træning mellem 50 og 105 % af VO_2 .max kan være medvirkende til en reduktion af laktatophobningen hos let trænede forsøgsdeltagere, hvilket kan forbedre udholdenheden (Poole & Gaeser, 1985; Londeree, 1997).

Intensiteten ved de 10 sekunders sprint i vores studie er høj. Førnævnte studier med lignende intensiteter har fundet en forbedret laktatprofil, derfor er vores forventning en forbedret laktatprofil efter træningsperioden.

1.4.3.2 Mængde

Studiet af MacRae et al. (1992) undersøgte utrænede forsøgsparticipanter over en periode på ni uger med øget træningsmængde og fandt en forbedret laktatfjernelse ved relative hastigheder målt ud fra VO_2 -max.

I studiet af Poole & Gaeser, (1985) undersøgte effekten af laktatophobning på tre forskellige intensiteter på moderat trænedes grupper. Alle grupper trænede tre gange om ugen i otte uger. Gruppe 1 trænede i 55 min. ved 50 % af VO_2 -max, gruppe 2 trænede i 35 min. ved 70 % af VO_2 -max, mens gruppe 3 trænede intervaller (10 · 2 min.) ved 105 % af VO_2 -max (2 min. pause mellem intervallerne). Studiet konkluderede, at gruppe 1 og 3 opnåede de største forbedringer af laktatprofilen.

På baggrund af træningsmængden i vores studie forventer vi ikke en forskel i laktatkoncentrationerne ved sub-maksimale og maksimale hastigheder. Da ingen af førnævnte studier fandt en dårligere laktatprofil, er vores forventning en vedligeholdelse af blodlaktatprofilen.

1.4.3.3 Kombination af aerob og anaerob træning

Studiet af Esfarjani & Laursen, (2007) undersøgte effekten af kombineret aerob og anaerob træning i to grupper. Gruppen med kombineret aerob højintensitetstræning og anaerob træning, opnåede en forbedring af den hastighed, hvormed laktatkoncentrationen akkumulerede. Gruppen, der trænede anaerob i form af 30 sekunders intervaller samt aerob udholdenhedstræning, havde ingen forbedret laktatkoncentration. Endvidere fandt studiet af Bangsbo et al. (2009), at der efter en periode med kombineret aerob og anaerob træning ikke var sket forbedringer af laktatkoncentrationerne under en udmattelsestest på løbebånd.

Med udgangspunkt i ovenstående afsnit forventer vi en vedligeholdelse af laktatkoncentrationerne ved sub-maksimale og maksimale hastigheder, da ingen af studierne som kombinerer aerob udholdenhedstræning og anaerob træning finder forbedringer af blodlaktatprofilen.

Vi forventer ud fra afsnittet (1.4.3 Træning af blodlaktat), at forsøgsdeltagerne som minimum vedligeholder blodlaktatprofilen ved sub-maksimale og maksimale hastigheder, jf. tabel 3.

Blodlaktat	
Træningstype	Forventninger
Intensitet	Forbedre
Mængde	Vedligeholde eller forbedre
Kombineret aerob og anaerob træning	Vedligeholde
Samlet forventning	Vedligeholde eller forbedre

Tabel 3: Illustrerer vores forventninger til, hvordan laktatprofilen vil blive påvirket af "10-20-30"-konceptet ud fra intensitet, mængde og kombineret aerob og anaerob træning.

1.5 Problemformulering

Hvorvidt "10-20-30"-konceptet har en effekt på moderat trænede løbere ved vi ikke. Derfor vil projektet undersøge, hvordan forsøgsdeltagerne responderer på "10-20-30"-konceptet sammenlignet med en kontrolgruppe. Dette leder hen til vores problemformulering:

Hvilke træningsrelaterede forbedringer oplever en gruppe, som træner efter "10-20-30"-konceptet sammenlignet med en kontrolgruppe, der vedligeholder deres træning?

2. Formål og hypotese

På baggrund af ovenstående afsnit opstilles formål og hypoteser.

2.1 Formål

Formålet med træningsstudiet var at belyse effekterne af "10-20-30"-konceptet, sammenlignet med sædvanlig løbetræning for moderat trænede langdistanceløbere. Vi undersøgte det fysiologiske respons ved at analysere på iltoptagelsen og blodvariablerne for at belyse årsagerne bag eventuelle forbedringer på præstationsevnen på et 5000m løb.

2.2 Hypoteser

På baggrund af litteraturen har vi opstillet følgende hypoteser omkring vores forventninger til præstationsevnen og det fysiologiske respons efter en træningsperiode. Vi forventer at se:

- Kortere tid på et 5000m løb for intervalgruppen (IG) sammenlignet med kontrolgruppen (KG).
- Vedligeholdelse eller forbedring af VO₂-max for IG sammenlignet med KG.
- Forbedring af løbeøkonomien i IG sammenlignet med KG.
- Vedligeholdelse eller forbedring af blodlaktatkoncentrationerne ved submaksimalt og maksimalt arbejde i IG sammenlignet med KG.

3. Metode

Metodeafsnittet afdækker detaljer vedrørende forsøgsdeltagerne, projektdesign, træningsfremmøde, træningsperioden, præstationstests, målinger og analyser, beregninger samt statistik.

3.1 Forsøgsdeltagerne

3.1.1 Rekruttering

Rekrutteringen af forsøgsdeltagerne foregik via mails til løbeklubber og personlige kontakter. I den forbindelse blev der skabt kontakt med Odder Atletik og Motion, der stillede med 17 løbere til projektet. Endvidere blev fire personer fra København og Aarhus inkluderet gennem personlige kontakter fra forskerholdet.

3.1.2 Profil

Forsøget inkluderede 21 moderat trænede løbere, henholdsvis 17 mænd og fire kvinder (kondital 52,5). Forsøgsdeltagerne blev inddelt i to grupper efter eget valg. KG (n=4) fortsatte deres normale træning, mens IG (n=17) gennemførte en otte ugers

træningsperiode med et skifte i træningsformen.

3.1.3 Frafald

Der var et frafald på fire løbere i IG, hvilket for tre af deltagernes vedkommende var relateret til skader. Desuden ønskede én af forsøgsparticipanterne i IG ikke at deltage i "10-20-30"-konceptet og blev i stedet placeret i KG, således der i alt var fem personer i KG og 13 personer i IG. Alle forsøgsparticipanterne i IG var fra Odder Atletik og Motion. Begge gruppers samlede karakteristika illustreres i tabel 4.

Forsøgsparticipanternes data		
	IG	KG
N	13	5
Alder (år)	45,6±1,6*	33,8±5,1
Vægt (kg)	82,2±2,6	74,5±3,9
Højde (cm)	181,8±1,9	179,0±4,8
5 km tid (min:sek)	21:23±00:48	22:08±01:43
VO ₂ -max (ml ilt/min)	4270±162	3964±484
Kondital (ml/kg/min)	52,1±1,7	52,4±4,0

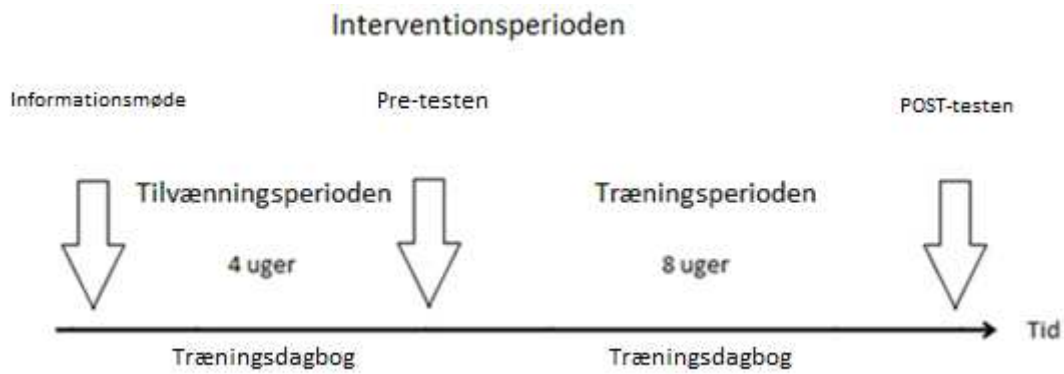
Tabel 4: Viser IG og KG samlede karakteristika. De tre løbere som udgår grundet skader, indgår ikke i tabellen. * angiver en signifikant forskel ($p < 0.05$).

3.1.4 Formalia

Forud for projektets start blev den enkelte forsøgsparticipant mundtligt og skriftligt gjort bekendt med studiets omfang. Dette inkluderede tidsramme, testprotokol, laboratorieprøver, samt hvilke konsekvenser en eventuel deltagelse ville/kunne have for den enkelte forsøgsparticipant. Forsøget var godkendt af den Videnskabs Ethiske Komité for København og Frederiksberg kommuner og udført efter retningslinjer i Helsinki II-deklarationen (www.cvk.sum.dk) Alle forsøgsparticipant underskrev en samtykkeerklæring omhandlende disse forhold.

3.2 Projektdesign

Interventionsperioden forløb over ca. 13 uger, og indeholdte 1) En 4 ugers tilvænningsperiode og 2) En otte ugers træningsperiode. Ved træningsperiodens start samt efter træningsperioden blev der gennemført felttests og laboratorietests (se præstationstests), jf. figur 1.



Figur 1: Illustrerer interventionsperiodens forløb. X-aksen angiver tiden, mens pilene angiver henholdsvis informationsmødet, PRE-testen og POST-testen. Forsøgsdeltagerne fører træningsdagbøger under tilvænningsperioden og træningsperioden.

3.2.1 Tilvænningsperioden

Projektet startede med et informationsmøde, hvor effekten af højintens træning blev præsenteret. Til mødet var alle interesserede løbere fra Odder Atletik og Motion. Umiddelbart efter informationsmødet begyndte tilvænningsperioden på fire uger, hvor løberne fulgte deres normale træning. Perioden blev brugt til 1) at kortlægge forsøgsdeltagernes normale træning, 2) at sikre at forsøgsdeltagerne havde minimum en måneds kontinuerlig træningserfaring, og 3) at alle forsøgsdeltagere blev tilvænnet en "all-out" præstation på en 5000m distance.

3.2.2 Tests

Efter tilvænningsperioden blev forsøgsdeltagerne testet. Præstationstestene (5000m) foregik lokalt, mens laborietestene (sub-maksimale og maksimale løbetests) fandt sted på August Krogh Instituttet på Københavns Universitet (se afsnittet "3.5.2 laborietests"). Samme procedure blev benyttet ved PRE- og POST-testene.

3.2.3 Træningsperioden

Efter PRE-testene startede træningsperioden på otte uger. IG trænede efter "10-20-30"-konceptet, mens KG fortsatte deres normale træning. Lokale instruktører fra Odder Atletik og Motion, der havde modtaget instruktion fra forskerholdet, stod for gennemførelsen af træningen i IG.

3.3 Træningsfremmøde

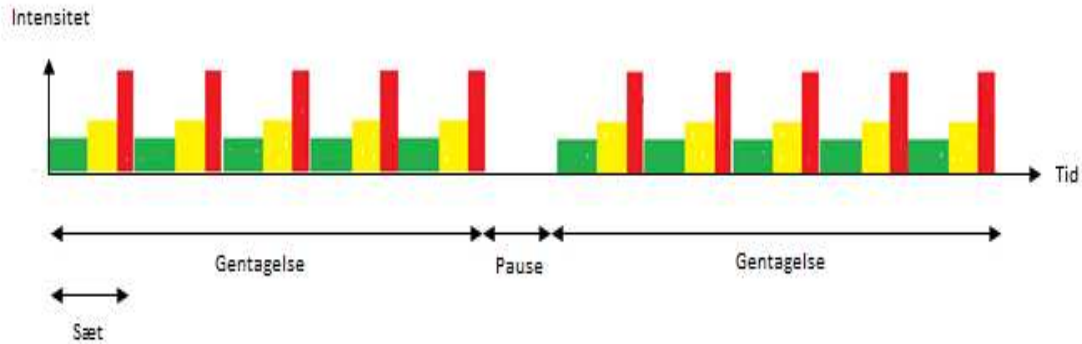
Gennem hele interventionsperioden skulle forsøgspartagerne notere deres træning. I tilvænningsperioden rapporterede begge grupper alt fysisk aktivitet. Under træningsperioden indrapporterede IG antallet af dage og kilometer løbet pr. uge, samt antallet af "10-20-30"-deltagelser pr. uge. KG noterede alt fysisk aktivitet i træningsperioden.

3.4 Træningsperioden

3.4.1 "10-20-30"-konceptet

IG startede "10-20-30"-konceptet, der kombinerer aerob og anaerob træning, samtidig med at den samlede træningsmængde bliver reduceret.

Forsøgspartagerne i IG erstattede to af deres normale tre ugentlige træningspas med én, for dem, anderledes træningsform. "10-20-30"-konceptet består af et antal gennemførte gentagelser bestående af fem sæt. Et "10-20-30"-sæt løbes i 30 sekunder ved lavt tempo (~6-12 km/t), 20 sekunder omkring eller lidt over normal træningshastighed (~10-16 km/t) og afsluttes med 10 sekunders sprint (~15-25 km/t – estimeret til ~90 % af maksimal hastighed). De to første uger løbes to gentagelser af fem sæt, hvor der er to minutters pause mellem hver gentagelse jf. figur 2. Først i den tredje uge øges antallet til tre gentagelser pr. træningsdag.



Figur 2: Viser to "10-20-30"-gentagelser. X-aksen angiver tid, mens y-aksen illustrerer intensiteten. Grøn søjle repræsenterer 30 sekunder ved et lavt tempo (~6-12 km/t), den gule søjle repræsenterer 20 sekunder omkring eller lidt over normal træningshastighed (~10-16 km/t), mens den røde søjle repræsenterer 10 sekunders sprint (~15-25 km/t). Pausen er på to minutter.

3.4.2 KG træning

Gruppen fortsætter med samme intensitet og træningsmængde i træningsperioden som i tilvænningsperioden.

3.5 Præstationstests

Efter tilvænningsperioden blev alle forsøgsparticipanter testet ved felttests samt laborietests, som vil blive beskrevet i følgende afsnit.

3.5.1 Feltestests (5000m)

Ruten, som forsøgsparticipanterne løb, var den samme ved PRE- og POST-testene. For at opnå den bedst mulige præstation havde løberuten færrest mulige forhindringer. Forsøgsparticipanterne havde mulighed for opvarmning (10-15 min.), inden instruktøren sendte dem ud på ruten. For at få forsøgsparticipanterne til at yde maksimalt, blev de inden start gjort opmærksomme på, at løbet var en såkaldt "all-out præstation". IG blev inddelt i grupper, for at øge presset og lysten til at præstere maksimalt. KG løb den samme rute ved PRE- og POST-testene men monitorerede selv tiden.

3.5.2 Laborietests

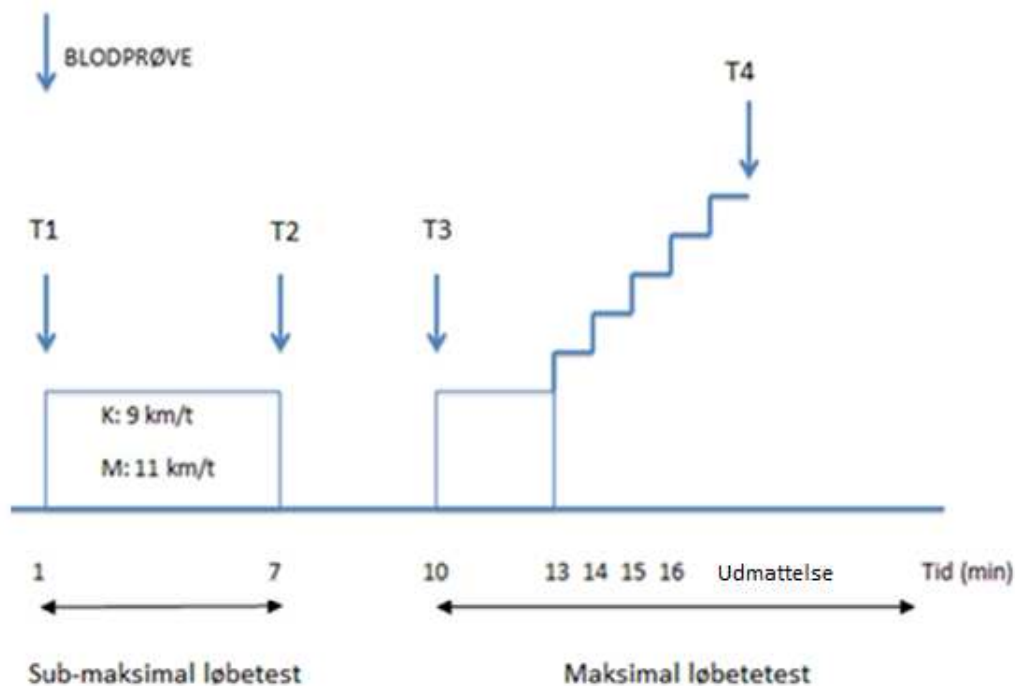
3.5.2.1 Sub-maksimal løbetests

Forsøgsparticipanterne løb i seks minutter ved en sub-maksimal hastighed på et løbebånd. Hastigheden var for mænd på 11 km/t (to mænd løb med 13 km/t vurderet ud

fra deres 5000m tid), mens hastigheden for kvinder var 9 km/t. Efter seks minutters løb ved sub-maksimal hastighed var der indlagt en pause på tre minutter, herefter startede den maksimale løbetest. Den sub-maksimale løbetest blev brugt til at bestemme løbeøkonomien for forsøgsparticipanterne. Pausen mellem de to tests blev brugt til at tilpasse udstyret og udtage blodprøver. Ved "T1" (inden starten på de sub-maksimale løbebåndstests) og "T2" (umiddelbart efter de sub-maksimale løbebåndstests) blev der udtaget blodprøver, jf. figur 3.

3.5.2.2 Maksimale løbetests

Den maksimale løbebåndstest bestod af tre minutters løb ved samme hastighed som ved den sub-maksimale løbebåndstest. Efter tre minutters løb ved udgangshastighederne startede trappetesten, der inkluderede en hastighedsstigning på 1 km/t pr. minut indtil udmattelse. Kriteriet for opnået VO_2 -max var et plateau i iltoptagelsen på trods af en øgning af løbehastigheden og en RER-værdi over 1,15. Der blev foretaget to blodprøver under testen ved hjælp af et indlagt kateter ("T3", "T4"). "T3" var inden starten på de maksimale løbebåndstests. "T4" var umiddelbart efter, forsøgsparticipanterne nåede deres maksimale arbejde, jf. figur 3.



Figur 3: Viser både testprotokollen for den sub-maksimale og den maksimale løbebåndstest. X-aksen angiver tiden, mens y-aksen angiver intensiteten. Pilene angiver hvornår der udtages blodprøver. "T1": Inden starten på de sub-maksimale løbebåndstests. "T2": Umiddelbart efter de sub-maksimale løbebåndstests. "T3": Inden starten på de maksimale løbebåndstests. "T4": Umiddelbart efter forsøgsdeltageren har nået sit maksimale arbejde. Kvindernes (K) starthastighed var 9 km/t, mens mændenes (M) startede ved 11 km/t (to forsøgsdeltagere løb ved 13 km/t).

3.6 Målinger og analyser

Blodprøverne blev analyseret samme dag, som testene foregik. Det følgende afsnit vil beskrive lltoptagelsesmålingerne og blodanalyserne.

3.6.1 Venekateter

Mængden af blod, der udtages i løbet af testdagen, er relativt lille (<30 ml) i forhold til den totale mængde af blod i kroppen (5-6 l) Alle blodprøver under løbebåndstesten blev udtaget med heparin behandlede sprøjter.

3.6.2 Blodprøver

Fra kateteret blev der udtaget blodprøver med 5 ml sprøjter (BD Plastipak, Becton Dickinson A/S, Brøndby Danmark). Blodprøverne blev analyseret på ABL 800 (ABL 800 Flex, Radiometer, København), som er en blodgasanalysator der måler co-

oximetri, elektrolyter og metabolitter (Pyne et al. 2000). Venøst blod blev analyseret for pH, blodlaktat og bikarbonat.

3.6.3 Iltoptagelsesmålinger

Under de sub-maksimale og maksimale løbebåndstests blev forsøgsdeltagernes iltoptagelse målt kontinuerligt, med et breath-by-breath gas analyzing system (Oxycon Pro, Viasys healthcare, Hoechberg, Tyskland).

Forsøgsdeltagerne trak vejret gennem et flowmetermundstykke kaldet en Pitot tube flowmeter, der med en slange var forbundet til analysesystemet. For hvert åndedrag blev airflow'et målt, og omsat til et volumen (Porszasz et al. 1994), mens en gasanalysator målte koncentrationerne af ilt og kuldioxid i både ind- og udåndingsluft. Systemet blev inden hver testdag, samt efter hver forsøgsdeltager kalibreret via en 2-punkts kalibrering, hvor en kalibreringsgas og en referencegas med kendt ilt- og kuldioxidindhold blev benyttet til at justere gasanalysatoren. Desuden blev flowmeter-slangen samt flowmetret kalibreret med en luftsprøjte indeholdende nøjagtig 3 liter atmosfærisk luft. I forhold til validiteten er det vist, at minutventilationen (VE) under arbejde med tube flowmeter værdier er målt til værdier inden for 1-2 % af tilsvarende målinger bestemt ved opsamlinger fra Douglas-sække (Porszasz et al. 1994).

Når systemet var indstillet til at måle breath-by-breath værdier, kunne der forekomme store fluktuationer. For at undgå urealistiske store udsving blev værdierne præpareret, således de repræsenterede en 15 sekunders periode. Det anvendte breath-by-breath gas analyzing system har tidligere været benyttet i en række videnskabelige forsøg (Mohr et al. 2007; Iaia et al. 2008; Bangsbo et al. 2009)

3.7 Beregninger

Ved hjælp af iltoptagelsesudstyret er det muligt at udregne løbeøkonomi, kondital samt maksimal aerob hastighed (MAS - den laveste hastighed der kan udløse VO_2 -max). VO_2 -max blev udregnet ved at finde de to perioder med højeste iltoptagelsesværdi over 15 sekunder og udregne gennemsnittet af de to perioder. Løbeøkonomien blev fundet ved at udregne optaget ml ilt i det sidste minut under

de sub-maksimale hastigheder. Dette divideres med forsøgsdeltagerens kropsmasse (kg), for endelig at dividere med hastigheden (km/t). Løbeøkonomien udtrykkes som ilt optaget pr. kg kropsmasse over en distance på 1 km. (ml ilt/kg/km). Konditallet udregnes ved at dividere VO_2 -max med forsøgsdeltagerens kropsmasse. Konditallet udtrykkes på følgende formel: ml ilt/kg/min. Endelig er MAS estimeret ud fra den hastighed, som forsøgsdeltageren løber med, når VO_2 -max-plateauet opnås.

3.8 Statistik

For at sammenligne grupperne før træningsperioden benyttes en students uparret t-test på variablerne alder, kropsmasse, højde, kondital, tid/hastighed på 5000m test, blodvariablerne (pH, laktat og bikarbonat). Samtidig er der udregnet p-værdier inden starten på de sub-maksimale løbetests og inden starten på de maksimale løbetests samt på blodvariablerne ("T1" og "T3") mellem IG og KG. Alle udregninger blev foretaget i Microsoft Excel 2007.

Der blev udregnet deltaværdi (POST-værdierne minus PRE-værdierne) på følgende data: 5000m maksimal løbetest udendørs (tid og hastighed), sub-maksimal løbebåndstest (iltoptagelse, løbeøkonomi og estimeret relative belastning på 5000m), maksimal løbebåndstest (VO_2 -max, kondital, kropsmasse, tid til udmattelse og MAS) og blodvariablerne (pH, laktat og bikarbonat). For IG og KG blev forskellen på deltaværdierne sammenlignet statistisk ved en uparret students t-test. Hvis ikke andet er nævnt, blev der benyttet middelværdier \pm standard deviation ($\pm SD$) og et signifikans niveau på 5 % ($p < 0,05$).

Korrelationen mellem DELTA løbetid (5000m) og DELTA i følgende parametre: VO_2 -max, tid til udmattelse, kondital og løbeøkonomi. Korrelationen mellem kondital (PRE) og 5000m løbetid (PRE), tendenslinjerne og R^2 -værdierne blev udregnet. Alle udregninger blev udført i Microsoft Office Excel 2007. Efterfølgende blev p-værdierne bestemt (Brøndum & Monrad, 1998).

4. Resultater

Afsnittet præsenterer de data, som er indhentet i undersøgelsen. For at give et overblik er der konstrueret en række tabeller og figurer.

4.1 Træningsfrekvensen

I alt 14 ud af 18 (IG: 9 og KG: 5) træningsdagbøger blev indsamlet efter interventionsperioden, jf. tabel 5.

Træningsfrekvensen			
		IG	
		Tilvænningsperiode	Træningsperiode
Træningsfrekvensen pr. uge pr. person	Alt træning	4,6±0,4	3,1±0,1
	Løbetræning	3,5±0,2	3,1±0,1
	"10-20-30"-træning	-	1,7±0,1
	Alternativ træning	4,6±0,4	1,4±0,1
		KG	
		Tilvænningsperiode	Træningsperiode
Træningsfrekvensen pr. uge pr. person	Alt træning	4,7±0,6	5,3±0,4
	Løbetræning	2,8±0,3	3,1±0,2
	"10-20-30"-træning	-	-
	Alternativ træning	4,7±0,6	5,3±0,4

Tabel 5: Viser træningsfrekvensen pr. uge pr. person i tilvænningsperioden og træningsperioden. "Alt træning": Angiver frekvensen af indrapporteret træning pr. uge. "Løbetræning": Angiver frekvensen af løbepas pr. uge. "10-20-30"-træning: Angiver frekvensen af "10-20-30"-træningspas pr. uge. "Alternativ Træning": Angiver frekvensen af alle træningspas eksklusiv "10-20-30"-træning.

4.2 Præstationstests (5000m)

Ved PRE-testen var der ingen forskel mellem de to grupper i tid, den relative estimerede belastning samt hastigheden (PRE-IG vs. PRE-KG; tid: $p=0,51$; PRE-IG vs. PRE-KG; relativ estimeret belastning: $p=0,1$; hastighed: $p=0,58$).

Ved løbetesten (5000m) var der ingen forskel mellem de to grupper i tid (Δ IG vs. KG $p=0,493$), relativ estimeret belastning (Δ IG vs. KG $p=0,63$) eller i hastighed (Δ IG vs. KG $p=0,544$), jf. tabel 6.

Præstation: 5000m			
	IG		
	PRE	POST	DELTA
Tid (min:sek)	21:23±0:48	21:15±0:47	-00:08±00:10
Hastighed (km/t)	14,0±0,5	14,1±0,5	0,1±0,1
Estimeret relativ belastning på 5000m (% VO ₂ -max)	89,2 ±1,6 %	87,9 ±2,0 %	-1,3 ±0,8
	KG		
	PRE	POST	DELTA
Tid (min:sek)	22:28±1:43	22:33±1:42	00:05±00:09
Hastighed (km/t)	13,3±1,0	13,3±1,0	0,0±0,0
Estimeret relativ belastning på 5000m (% VO ₂ -max)	84 ±1,7 %	83,9 ±1,8 %	-0,2 ±1,4

Tabel 6: Oversigt over tid, hastighed og estimeret % VO₂-max under 5000m testen før (PRE) og efter (POST) træningsperioden for IG (n=13) og KG (n=5)

4.3 Sub-maksimale løbetests i laboratorium

Der var ingen forskel mellem de to grupper på iltoptagelsen samt løbeøkonomien ved PRE-testen (PRE-IG vs. PRE-KG; iltoptagelse: p=0,06; løbeøkonomi: p=0,66), jf. tabel 7.

Iltoptagelsen samt løbeøkonomien ved de sub-maksimale løbebåndstests for henholdsvis IG og KG er angivet i tabel 7. Ingen forskel mellem de to grupper fra PRE-til POST-testen (Δ IG vs. KG: iltoptagelse: p=0,38; løbeøkonomi: p=0,53).

Sub-maksimale løbetests			
	IG		
	PRE	POST	DELTA
Iltoptagelse (ml/min)	3199±159	3281±151	82±67
Løbeøkonomi (ml/kg/km)	210±5	215±3	5±4
	KG		
	PRE	POST	DELTA
Iltoptagelse (ml/min)	2557±271	2529±241	-29±48
Løbeøkonomi (ml/kg/km)	215±10	215±8	0±6

Tabel 7: Oversigt over iltoptagelse og løbeøkonomi ved de sub-maksimale løbetests før (PRE) og efter (POST) træningsperioden for IG (n=12) og KG (n=4).

4.4 Sub-maksimale løbetests i laboratorium - blodprøver

Der blev ikke fundet forskelle mellem de to grupper ved PRE-testen for henholdsvis pH, blodlaktat og bikarbonat, (PRE-IG vs. PRE-KG – "T1": pH, p=0,42; blodlaktat,

p=0,11; bikarbonat, p=0,35;). Samtidig var der ingen forskel i de to grupper på deltaværdierne (Δ IG vs. KG – "T1": pH, p=0,27; blodlaktat, p=0,85; bikarbonat, p=0,51; Δ IG vs. KG – "T2": pH, p=0,11; blodlaktat, p=0,29; bikarbonat, p=0,52), jf. tabel 8.

Blodprøver: Sub-maksimale løbetests				
		IG		
		PRE	POST	DELTA
pH	T1	7,36±0,01	7,33±0,01	-0,02±0,01
	T2	7,30±0,01	7,29±0,01	-0,01±0,01
Blodlaktat (mmol/l)	T1	1,6±0,1	1,4±0,1	-0,2±0,1
	T2	4,1±0,6	3,8±0,4	-0,3±0,4
Bikarbonat (mmol/l)	T1	28,7±0,3	27,6±0,6	-1,2±0,6
	T2	28,0±0,5	26,9±0,4	-1,1±0,4
		KG		
		PRE	POST	DELTA
pH	T1	7,36±0,01	7,33±0,01	-0,04±0,01
	T2	7,30±0,03	7,32±0,02	0,02±0,03
Blodlaktat (mmol/l)	T1	1,2±0,2	1,0±0,1	-0,2±0,2
	T2	3,3±0,7	2,2±0,4	-1,1±0,6
Bikarbonat (mmol/l)	T1	29,6±0,9	29,2±0,3	-0,4±0,9
	T2	28,8±0,9	28,3±0,7	-0,5±1,1

Tabel 8: Oversigt over pH, blodlaktat og bikarbonat før (PRE) og efter (POST) træningsperioden for IG (n=12) og KG (n=5). Tabellen dækker over to sub-maksimale målinger: "T1": Inden starten på de sub-maksimale løbebåndstests. "T2": Umiddelbart efter de sub-maksimale løbebåndstests.

4.5 Maksimale løbetests i laboratorium

Tabel 9 illustrerer data fra de maksimale løbebåndstests (VO_2 -max, kondital, kropsmasse, tid til udmattelse, MAS). Der var ingen forskelle mellem grupperne i alle førnævnte parametre ved PRE-testen (PRE-IG vs. PRE-KG; VO_2 -max, p=0,29; Kondital, p=0,91; kropsmasse, p=0,13; tid til udmattelse, p=0,5; MAS, p=0,85). Endvidere var der ingen forskelle i de to grupper på deltaværdierne (Δ IG vs. KG: VO_2 -max, p=0,30; kondital, p=0,33; kropsmasse, p=0,83; tid til udmattelse, p=0,43; MAS, p=0,82).

Maksimale løbetests			
	IG		
	PRE	POST	DELTA
VO ₂ -max (ml ilt/min)	4270±162	4374±173	103±51
Kondital (ml ilt/min/kg)	52,1±1,7	53,5±1,8	1,4±0,7
Kropsmasse (kg)	82,2±2,6	81,9±2,6	-0,2±0,4
Tid til udmattelse (sek)	381±25	374±18	-7±14
MAS (km/t)	16,8±0,6	16,9±0,6	0,1±0,2
	KG		
	PRE	POST	DELTA
VO ₂ -max (ml ilt/min)	3965±485	3977±482	12±28
Kondital (ml ilt/min/kg)	52,5±4,0	52,6±4,1	0,2±0,3
Kropsmasse (kg)	74,5±3,9	74,1±4,1	-0,4±0,5
Tid til udmattelse (sek)	414±40	427±36	13±17
MAS (km/t)	17,1±1,1	17,1±1,3	0,1±0,6

Tabel 9: Oversigt over VO₂-max, kondital, kropsmasse, tid til udmattelse og MAS før (PRE) og efter (POST) træningsperioden for IG (n=13) og KG (n=5).

4.6 Maksimale løbetests i laboratorium - bloddata

Ved de maksimale løbetests i laboratoriet fandt vi ingen forskel mellem de to grupper ved henholdsvis pH, blodlaktat og bikarbonat ved PRE-testen (PRE-IG vs. PRE-KG – "T3": pH, p=0,36; blodlaktat, p=0,53; bikarbonat, p=0,54). Ingen af parametrene blev ændret mellem de to grupper fra PRE- til POST-testene (Δ IG vs. KG – "T3": pH, p=0,052; blodlaktat, p=0,09; bikarbonat, p=0,86 Δ IG vs. KG – "T4": pH, p=0,10; blodlaktat, p=0,90; bikarbonat, p=0,97 Δ IG vs. KG), jf. tabel 10.

Blodprøver: Maksimale løbetests				
		IG		
		PRE	POST	DELTA
pH	T3	7,33±0,01	7,31±0,01	-0,02±0,01
	T4	7,14±0,03	7,18±0,02	0,04±0,02
Blodlaktat (mmol/l)	T3	3,1±0,4	3,0±0,3	-0,1±0,3
	T4	13,4±1,5	11,8±1,0	-1,6±1,2
Bikarbonat (mmol/l)	T3	27,0±0,5	26,1±0,6	-0,9±0,6
	T4	20,6±1,0	20,3±2,4	-0,3±2,0
		KG		
		PRE	POST	DELTA
pH	T3	7,35±0,02	7,35±0,02	0,00±0,01
	T4	7,21±0,04	7,19±0,04	-0,02±0,02
Blodlaktat (mmol/l)	T3	2,7±0,5	1,8±0,3	-1,0±0,4
	T4	10,6±1,4	8,8±2,1	-1,8±1,2
Bikarbonat (mmol/l)	T3	27,5±0,8	26,7±0,6	-0,7±1,0
	T4	22,2±1,5	22,1±0,7	-0,2±1,4

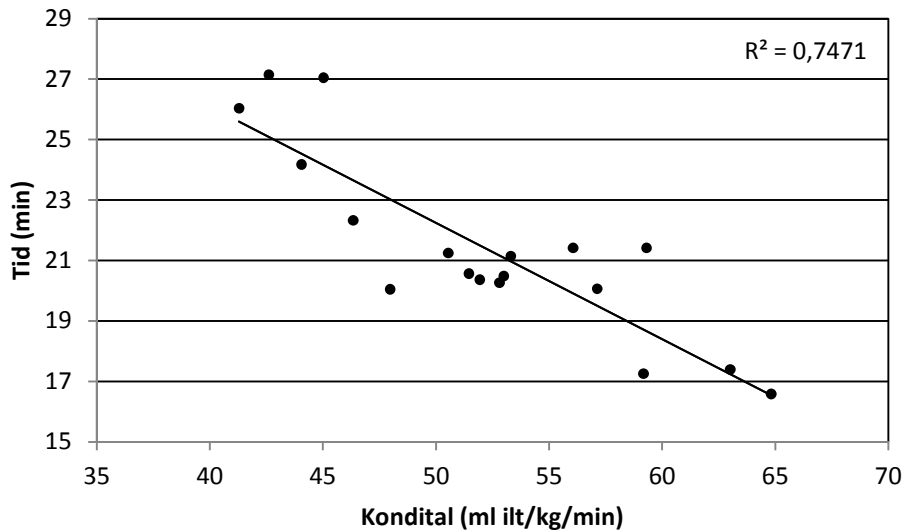
Tabel 10: Oversigt over pH, blodlaktat og bikarbonat før (PRE) og efter (POST) træningsperioden for IG (n=12) og KG (n=5). Tabellen viser to maksimale løbebåndsmålinger, hvor "T3" er inden starten på de maksimale løbebåndstests. "T4" er umiddelbart efter forsøgsdeltageren har nået sit maksimale arbejde.

4.7 Korrelationer

Neden for er der præsenteret en række grafer som angiver korrelationer mellem forskellige deltaværdier. På x-aksen angives kondital (DELTA), tid til udmattelse (DELTA), VO₂-max (DELTA) og løbeøkonomi (DELTA), mens løbetiden er angivet på y-aksen. Hvert punkt i graferne repræsenterer den enkelte forsøgsdeltager i IG (figur 4 inkluderer imidlertid også KG). Endvidere er der angivet tendenslinjer samt udregnet R²-værdier for linjerne.

4.7.1 Korrelation mellem kondital og løbetid

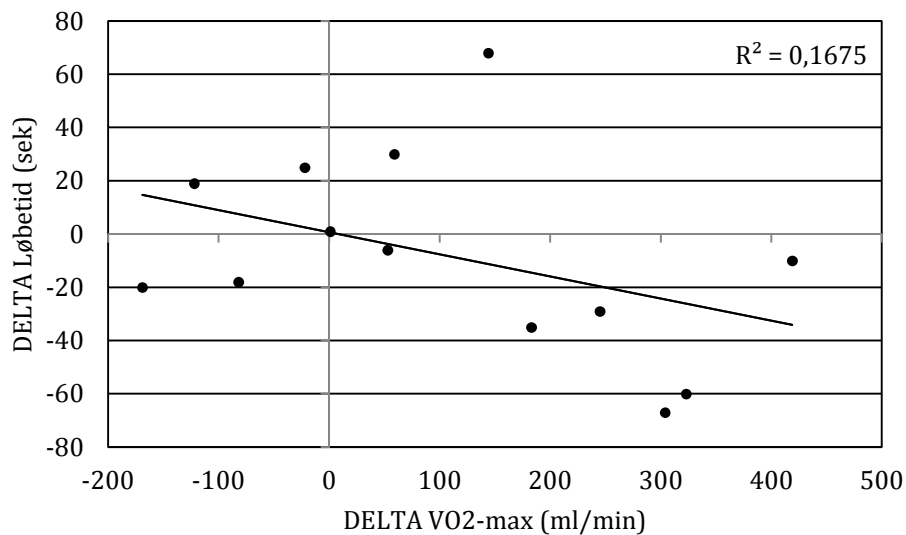
Figur 4 illustrerer korrelationen mellem konditalet og den absolutte løbetid for alle forsøgsdeltagere. Data er udregnet fra PRE-testen, og p-værdien < 0,01 (R²=0,75). Der er således en signifikant korrelation mellem konditalet og løbetiden i vores undersøgelse.



Figur 4: Viser korrelationen mellem kondital (x-aksen) og løbetid (y-aksen) for alle forsøgsdeltagere. n=18

4.7.2 Korrelationen mellem DELTA VO₂-max og DELTA løbetid.

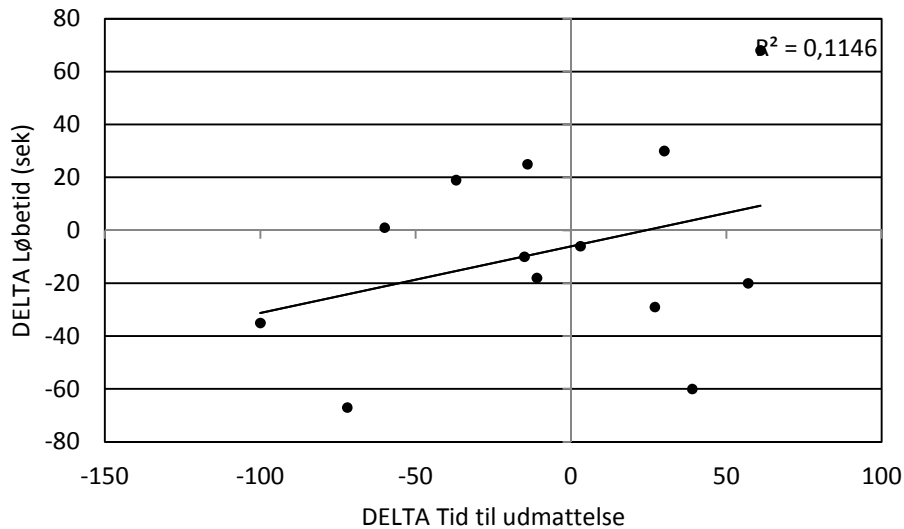
Jf. figur 5 er tendenslinjens korrelationskoefficient (R^2) lig med 0,17. Udregnet p-værdi = 0,16.



Figur 5: Viser korrelationen mellem DELTA VO₂-max (x-aksen) og DELTA løbetid (y-aksen). Hvert punkt angiver data for den enkelte forsøgsdeltager. Samtidig er der afbildet en tendenslinje med tilhørende R^2 -værdi.

4.7.3 Korrelationen mellem DELTA tid til udmattelse og DELTA løbetid.

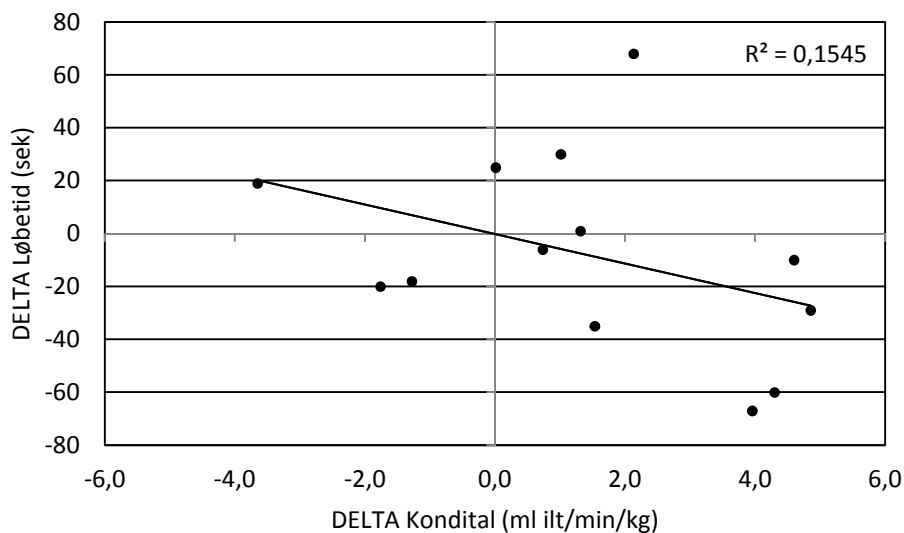
Figur 6 illustrerer tendenslinjens korrelationskoefficient (R^2), hvilken = 0,11 med en p-værdi på 0,26.



Figur 6: Viser korrelationen mellem DELTA tid til udmattelse (x-aksen) og DELTA løbetid (y-aksen). Hvert punkt angiver data for den enkelte forsøgsparticipant. Samtidig er der afbildet en tendenslinje med tilhørende R^2 -værdi.

4.7.4 Korrelationen mellem DELTA kondital og DELTA løbetid.

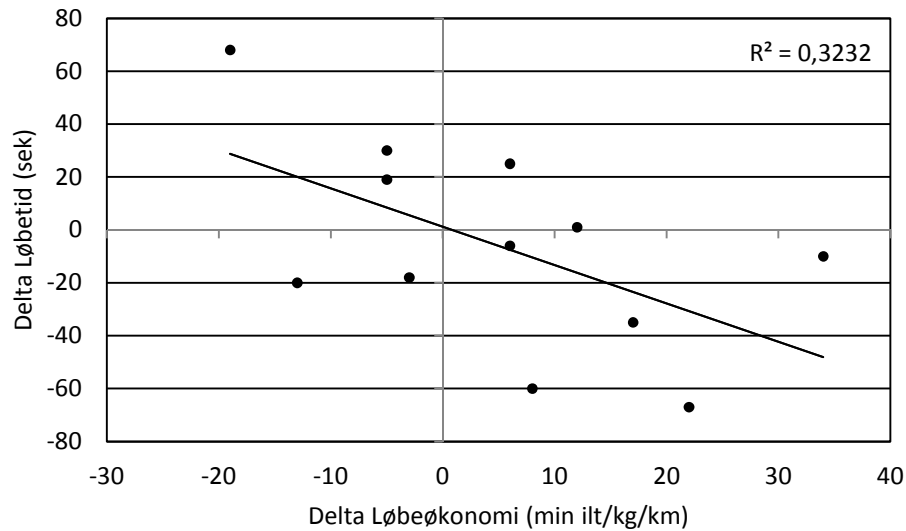
Tendenslinjens korrelationskoefficient (R^2) = 0,15 med en tilhørende p-værdi på 0,18 jf. figur 7.



Figur 7: Viser korrelationen mellem DELTA kondital (x-aksen) og DELTA løbetid (y-aksen). Hvert punkt angiver data for den enkelte forsøgsparticipant. Samtidig er der afbildet en tendenslinje med tilhørende R^2 -værdi.

4.7.5 Korrelationen mellem DELTA løbeøkonomi og DELTA løbetid.

Tendenslinjens korrelationskoefficient (R^2) = 0,32. Udregnet giver dette en p-værdi på 0,054, jf. figur 8.



Figur 8: Viser korrelationen mellem DELTA løbeøkonomi, målt ved de sub-maksimale løbetests (x-aksen) og DELTA løbetid (y-aksen). Hvert punkt angiver data for den enkelte forsøgsdeltager. Samtidig er der afbildet en tendenslinje med tilhørende R^2 -værdi.

5. Diskussion

Vi havde forventninger om at finde forbedringer af løbepræstationen og løbeøkonomien, samt eventuelle forbedringer af VO_2 -max og blodvariablene i IG sammenlignet med KG efter træningsperioden. Alligevel fandt vi ingen signifikante forskelle mellem IG og KG på alle de undersøgte parametre i studiet. Hvad der ligger til grund herfor, vil det efterfølgende afsnit diskutere. Samtidig vil afsnittet diskutere andre relevante faktorer, som kunne have haft indflydelse på resultaterne.

5.1 Præstationsevnen

5.1.1 Intensitet

Studiet af Iaia et al. (2009) udførte 30 sekunders intervaller med intensiteter på mellem 90-95 % af maksimal hastighed. De 10 sekunders sprintintervaller i vores studie er estimeret til en intensitet over 90 % af maksimal hastighed, og er derfor sammenlignelig med studiet af Iaia et al. (2009). I vores studie fandt vi en vedligeholdelse af præstationsevnen på et 5000m løb, hvilket stemmer overens med studiet af Iaia et al. (2009), som fandt en vedligeholdelse på et 10000m løb efter en træningsperiode med overvejende anaerob træning.

Esfarjani & Laursen et al. (2007) samt Bangsbo et al. (2009) fandt begge præstationsforbedringer (3000m og 10000m løb) ved at implementere lange intervaller med høje intensiteter. Interessant er det, at Bangsbo et al. (2009) udførte ét ugentlig aerob højintens træningspas på fire minutter med en intensitet på over 85 % af maksimal hjertefrekvens. Studiet tilskrev de aerobe højintense træningspas som en vigtig faktor for, at præstationen på 10000m løbet ikke kun blev vedligeholdt som i Iaia et al. (2009), men blev forbedret med ét minut. Esfarjani & Laursen, (2007) fandt ligeledes størst fremgang i den gruppe, som trænede aerobe intervaller med høj intensitet. Det kan tyde på, at længden og intensiteten af intervallerne kan have en indflydelse på præstationsevnen på længere distancer.

I vores projekt kan længden af de enkelte intervaller have været for korte til, at opnå forbedringer på præstationen. "10-20-30"-konceptet består af 10 sekunders anaerob arbejde pr. sæt, hvilket muligvis er for kort til at opnå den ønskede intensitet og derved præstationsforbedringer på et 5000m løb.

5.1.2 Træningsmængde

Hvorvidt træningsmængden har en indflydelse på præstationen har flere studier undersøgt. Studierne af Iaia et al. (2008) og Bangsbo et al. (2009) fandt begge præstationsforbedringer efter en træningsperiode med nedsat træningsmængde. Ligeledes fandt studiet af Tanaka et al. (1986) præstationsforbedringer ved at øge træningsmængden. Ud fra designet i vores studie skulle der være en reduktion af træningsmængden, samtidig med en stigning af intensiteten. Vi mener derfor ikke at

den forventede nedgang i træningsmængden i vores studie kan være årsag til, at vi ikke finder præstationsforbedringer.

Endvidere kan varigheden af studierne være relevant at betragte i forhold til præstationsevnen. Studierne af Bangsbo et al. (2009) og Esfarjani & Laursen, (2007) fandt forbedringer på præstationen (3000m og 10000m) efter en træningsvarighed på mellem seks og ti uger. I studiet af Iaia et al. (2008) blev der ikke fundet forbedringer på 10000m præstationen efter en fire ugers træningsintervention. Træningsvarigheden i vores studie er på otte uger, hvilket umiddelbart ikke er for kort til at opnå forbedringer på præstationsevnen. Det anslås derfor at være andre faktorer end træningsvarigheden, som er medvirkende til, at vi ikke finder forbedringer på præstationsevnen.

Den ændrede træningsintensiteten og træningsmængden i vores studie har ikke forbedret præstationsevnen i IG sammenlignet med KG. For at undersøge hvordan forsøgsparticipanterne har præsteret på 5000m løbetesten, har vi sammenlignet løbetiden og konditallet. Figur 4 viser en signifikant korrelation mellem løbetiden og konditallet, og vi må derfor forvente at forsøgsparticipanterne har præsteret i forhold til deres niveau. En manglende korrelation mellem løbetiden og konditallet kunne forklare de manglende præstationsforbedringer i vores studie.

5.2 Faktorerens betydning for 5000m præstationstesten

Følgende afsnit vil diskutere, hvordan VO_2 -max, løbeøkonomi og blodlaktat har indflydelse på 5000m præstationstesten.

5.2.1 VO_2 -max

VO_2 -max er som tidligere beskrevet en vigtig faktor under et 5000m løb. Vores projekt fandt ingen forbedringer af hverken VO_2 -max eller præstationen, jf. tabel 6 og 9. Disse resultater stemmer overens med andre studier på trænede personer, der lavede anaerob træning (Iaia et al. 2008), aerob højintensitetstræning (Sjödín et al. 1982 & Billat et al. 1999) samt en kombination af aerob og anaerob træning (Paavolainen et al. 1999).

Endvidere fandt vi ingen korrelation mellem DELTA VO_2 -max og DELTA løbetid jf. figur 5. Flere af forsøgsparticipanterne oplevede et fald i VO_2 -max men fremgang i præstationen. Omvendt var der forsøgsparticipantere, som opnåede en stigning i VO_2 -max men en nedgang på præstationsevnen. Samtidig er der ingen korrelation mellem DELTA kondital og DELTA løbetid, jf. figur 7. Dette er relevant at betragte, da konditalet kan være et bedre mål for præstationen end VO_2 -max, fordi kropsmassen indregnes. Grunden til at vi ikke finder signifikante korrelationer kan skyldes det relative lave antal forsøgsparticipantere i studiet, som diskuteres senere.

Som beskrevet tidligere forventede vi som minimum en vedligeholdelse af VO_2 -max, dog med en vis forventning om at opnå en forbedring, jf. tabel 1. Det tyder på, at træningstilstanden er afgørende for, hvorvidt der sker en fremgang i VO_2 -max efter en træningsperiode. Utrænede eller moderat trænede synes mere disponeret for at opnå træningsadaptationer end veltrænede (Wenger & Bell, 1986). Vi fandt imidlertid ingen forbedringer af VO_2 -max i IG sammenlignet med KG efter træningsperioden. Vi er bevidste om, at en præstationsfremgang kan ske uden en fremgang i VO_2 -max. Studiet af Mujika et al. (1998) undersøgte veltrænede forsøgsparticipantere og konkluderede, at interventionsperioder under 16 uger ikke var tilstrækkelig til at se forbedringer i VO_2 -max hos veltrænede.

Grunden til, at vi ikke finder forbedringer i VO_2 -max, synes svært at detektere. En række studier på moderat trænede forsøgsparticipantere har fundet en fremgang i VO_2 -max efter en træningsperiode. Hvorfor vi kun fandt en vedligeholdelse af VO_2 -max, skal muligvis findes et andet sted i projekts design, hvilket diskuteres senere.

5.2.2 Løbeøkonomi

Vores forventning var at løbeøkonomien blev forbedret i IG sammenlignet med KG efter træningsperioden, jf. tabel 2. Vi fandt ingen forbedringer af løbeøkonomien efter træningsperioden på otte uger, jf. tabel 7.

Endvidere blev der ikke fundet en signifikant korrelation mellem DELTA løbetid og DELTA løbeøkonomi, jf. figur 8. Løbeøkonomien er udregnet ved de submaksimale løbebåndstests, og vi kan derfor reelt ikke vide, om løbeøkonomien blev

forbedret under 5000m præstationstesten. Dette vurderes at være usandsynligt, da vi ikke finder præstationsforbedringer. Hvorvidt andre studier finder forbedringer af løbeøkonomien, vil det efterfølgende afsnit diskutere.

Flere studier har fundet, at anaerob træning kan forbedre løbeøkonomien (Paavolainen et al. 1999; Iaia et al. 2009). Studiet af Iaia et al. (2009) fandt en forbedring af løbeøkonomien ved hastigheder over 12 km/t efter en periode med anaerob træning på moderat trænede forsøgsparticipanter. Studiet af Paavolainen et al. (1999) fandt en forbedring af løbeøkonomien ved ~15 km/t, når aerob træning blev kombineret med anaerob spring og sprinttræning. Et øget fokus på den anaerobe træning kunne muligvis forbedre løbeøkonomien i vores studie.

Endvidere er det vigtigt at påpege, at en "dårligere" løbeøkonomi ved samme absolutte belastning kan være et udtryk for en forhøjet fedtforbrænding, da denne er mindre økonomisk end kulhydratforbrændingen målt på ATP resyntesen pr. liter ilt. En højere fedtforbrænding vil derfor betyde en højere iltoptagelse ved absolutte belastninger og i princippet give en dårligere løbeøkonomi (McArdle, 2007). Vi fandt ingen forbedringer af løbeøkonomien ved en sub-maksimal hastighed, hvilket kan skyldes at forsøgsparticipanterne har haft en højere fedtforbrænding, og dermed en højere iltoptagelse.

I vores studie finder vi ingen forbedringer af løbeøkonomien. Havde vi kun haft fokus på, at forbedre løbeøkonomien kan det tyde på, at mere anaerob træning ville være at foretrække. Studiet af Bangsbo et al. (2009) fandt en forbedring af løbeøkonomien ved 12 km/t men ikke ved hastigheder herover. I studiet af Iaia et al. (2009) fandt de forbedringer af løbeøkonomien ved en række sub-maksimale hastigheder, efter en træningsperiode med primært anaerob træning.

5.2.3 Blodlaktat

Afsnittet diskuterer blodlaktats indvirkning på præstationen. Vores målinger af blodlaktat bliver yderligere diskuteret i afsnit 5.3.2.

To primære begreber er tidligere blevet anvendt til at beskrive blodlaktats indvirkning på præstationsevnen:

- Onset of blood or plasma lactate accumulation (OBLA). Angiver når blodlaktatkoncentrationen stiger til 4 mmol/L.
- Laktattærsklen (LT). Angiver den hastighed eller belastning hvor laktat akkumuleres signifikant.

Stigninger i de blodlaktatrelaterede parametre OBLA og LT antages at ske parallelt med forbedringer i den relative belastning (% af VO_2 -max), da løberen kan opretholde en given hastighed over en distance uden akkumulering af blodlaktat (Jones & Carter, 2000). Flere studier har fundet en sammenhæng mellem hastigheden ved LT og OBLA ($vLT/vOBLA$) og hastigheden på en 10000m præstation eller et maratonløb hos let og veltrænede løbere (Sjödín & Svedenhag, 1985). Londeree et al. (1997) konkluderede, at træning omkring LT eller højere synes at være den mest effektive træningsintensitet til at forbedre LT.

I "10-20-30"-konceptet er træningsintensiteten (estimeret til over 90 % af maksimal hastighed) over LT for IG. Alligevel finder vi ikke forbedringer i IG sammenlignet med KG i tid til udmattelse og ved den estimerede % af VO_2 -max under 5000m præstationsløbet.

Vi havde ikke et direkte mål for præstationen på 5000m løbet. På baggrund af de sub-maksimale løbebåndstests og de maksimale løbebåndstests har vi estimeret % af VO_2 -max under 5000m præstationstestene ud fra forsøgsdeltagernes løbetider, jf. tabel 6. Under de estimerede præstationstests var % af VO_2 -max uforandret efter træningsperioden for begge grupper. Vi fandt ikke forbedringer i den estimerede % af VO_2 -max, hvilket korrelerer med vores fund på 5000m præstationen.

Selvom forsøgsdeltagerne i vores studie trænede ved eller over LT, fandt vi ingen forbedringer i IG sammenlignet med KG i tid til udmattelse. Yderligere var korrelationen mellem DELTA løbetid og DELTA tid til udmattelse ikke signifikant, jf. figur 6. Der kan forventes en forbedret tid til udmattelse som et resultat af et øget anaerob potentiale efter træningsperioden. Imidlertid observerede vi, at flere af forsøgsdeltagerne løb i kortere tid til udmattelse jf. figur 6. Den eksakte årsag til, hvorfor hovedparten af forsøgsdeltagerne ikke kunne fastholde deres tid til udmattelse, kan være svær at detektere. Det kan skyldes, at forsøgsdeltagerne har

udført mere anaerob træning i tilvænningsperioden end forventet. Indrapporteringen af træningsdagbøgerne har desværre ikke gjort det muligt at redegøre præcist for intensiteten i interventionsperioden.

Hvorvidt det anaerobe bidrag blev ændret efter træningsperioden synes tvivlsomt, da vi ikke fandt forbedringer i IG sammenlignet med KG. En række studier har undersøgt, hvorledes det anaerobe bidrag har en betydning for præstationen. Studierne af di Prampero et. 1993 og Peronnet & Thibault, 1989 fandt, at det anaerobe bidrag under et 3000m løb var 11-12 %. Endvidere viste studiet af Weyand et al. (1993), at det anaerobe bidrag under et 5000m løb var 4 %. Vi kan derfor konstatere, at det anaerobe bidrag har en betydning på et 5000m løb, men da vi ikke fandt præstationsforbedringer efter træningsperioden er det tvivlsomt, hvorvidt det anaerobe bidrag blev ændret hos forsøgsparticipanterne i vores studie.

5.3 Målinger på blodvariablerne

I dette afsnit diskuteres, hvorledes de målte blodvariabler har en effekt på submaksimalt og maksimalt arbejde, jf. tabel 8 og 10.

5.3.1 pH måling

Vi målte ikke pH direkte i musklen under løbebåndstesten og kan derfor ikke vurdere, hvorvidt der er sket en ændring af pH i musklen under arbejde. I stedet for intramuskulære pH-målinger blev der indsamlet pH-værdier fra blodet ved de submaksimale og maksimale løbebåndstests. Disse giver en indikation af den intramuskulære pH.

Efter træningsperioden var der ingen forskel i pH-blodkoncentrationen i IG sammenlignet med KG ved submaksimalt og maksimalt arbejde. Flere studier har fundet, at laktattransportproteinerne ikke ændres efter en træningsperiode med intervaltræning (Iaia et al. 2008; Bangsbo et al. 2009). Førnævnte studier fandt forlænget tid til udmattelse på en løbebåndstest uden en ændring af transportmembranproteinerne MCT1, MCT4 og NHE1. Studiet af Bangsbo et al. (2009) fandt endvidere forbedringer på en 10000m præstation uden en opregulering af transportproteinerne. Det kan indikere, at disse ikke er begrænsende faktorer i forhold til præstationsevnen.

En øget laktatdannelse samt dissociationen af H^+ fra laktat kan være en medvirkende faktor til træthed under muskelarbejde, grundet et fald i pH. Flere studier har beskrevet et fald i musklens pH under højintensiv muskelarbejde og beskriver, hvordan det er en mulig træthedsfaktor, som kan påvirke præstationen. (Juel et al. 1990; Bangsbo et al. 1996).

Det er almen kendt, at pH er en afgørende faktor for træthed ved intensiv arbejde. Studiet af Wilson et al. (1988) fandt dog, at musklen kan kontrahere ved et lavt pH niveau. Dette kan indikere, at pH ikke er den endegyldige faktor til træthed under muskelarbejde (Wilson et al. 1988).

5.3.2 Blodlaktat måling

Vi havde en forventning om at laktatkoncentrationen efter træningsperioden blev vedligeholdt eller eventuelt forbedret, jf. tabel 3. Efter træningsperioden var laktatkoncentrationerne uændret i IG sammenlignet med KG.

Målinger af blodlaktat benyttes ofte som et udtryk for den anaerobe laktacid energiproduktion, men kan imidlertid ikke bruges til at bestemme laktatniveauet i den arbejdende muskel.

I studiet af Iaia et al. (2008) og Bangsbo et al. (2009) blev der ikke fundet ændringer i blodlaktatkoncentrationen ved sub-maksimalt løb på trods af en kraftig stigning af det anaerobe arbejde.

Blodlaktatværdierne ved udmattelse i vores studie var lavere for IG end tilsvarende værdier, målt i andre studier med intervaltræning hos utrænede (Krustrup et al. 2006; Mohr et al. 2007) samt ved moderat trænedede forsøgsparticipanter (Iaia et al. 2008).

Målinger af blodlaktat underestimerer den reelle laktat lokalt i musklen, da blodlaktat reelt er en balance mellem den producerede mængde i musklen og dennes fjernelse til interstitiet og videre til blodbanen. Studiet af Bangsbo et al. (1991) fandt, at over 66 % af laktaten i musklen blev afgivet til blodbanen, og blodlaktatmålinger ikke kunne bruges til at estimere det anaerobe bidrag, men kun som indikator på glykolytisk aktivitet (Balsom et al. 1992).

Vi havde ingen målinger af transportproteiner i musklen og ved derfor ikke, om der er sket ændringer i musklen. Flere studier har ikke fundet ændringer i laktattransportproteiner efter en træningsperiode med en kombination af aerob og anaerob træning (Iaia et al. 2008; Bangsbo et al. 2009). Hvorvidt der i vores studie er sket en ændring af laktatkoncentrationen i musklerne kan vi ikke endeligt konkludere på baggrund af vores resultater.

5.3.3 Bikarbonat måling

Der blev ikke fundet forskelle på bikarbonat i blodet ved de sub-maksimale og maksimale løbetests i IG sammenlignet med KG efter træningsperioden. Studiet af Sahlin & Henrikson, (1984) havde observeret højere koncentrationer af bikarbonat hos personer, som træner anaerobt. Hvorfor vi ikke finder en forbedring af bikarbonat efter træningsperiode med anaerob fokus, kan imidlertid skyldes flere faktorer.

Studiet af Costill et al. (1984) undersøgte, hvordan bufferkapaciteten havde en indflydelse på pH under arbejde. Undersøgelsen afdækkede effekterne af bikarbonat ved udmattelse ved at lade 11 forsøgsparticipanter indtage bikarbonat før en cykeltest til udmattelse. Resultaterne indikerede, at tiden til udmattelse steg ved en højere koncentration af bikarbonat. I studiet af Weston et al. (1997) fandt de en sammenhæng mellem bufferkapaciteten og en forlænget tid til udmattelse. Endvidere påviste studiet, at der var en sammenhæng mellem en højere bufferkapacitet og forlænget tid til udmattelse, hvilket blev tilskrevet et øget glykolytisk enzymkoncentration (Parkhouse & McKenzie, 1984). Det kan derfor tyde på, at bikarbonat har en effekt på præstationen ved intenst arbejde.

Hvorvidt bikarbonat har en effekt på længerevarende arbejde har studiet Sharp et al. (1986) undersøgt. Resultatet af studiet indikerede, at bufferkapaciteten var høj, når der arbejdes meget intenst. Studiet fandt ingen sammenhæng mellem udholdenhedstræning og dennes effekt på bufferkapaciteten, hvilket vi heller ikke fandt.

Der blev ikke fundet forbedringer på de målte blodvariabler ved sub-maksimalt og maksimalt arbejde (pH, blodlaktat og bikarbonat) i IG sammenlignet

med KG. Dette stemmer overens med de manglende præstationsforbedringer i studiet.

5.4 Metodekritik

Afsnittet vil diskutere studiets grundlæggende design og hvordan dette kunne have en effekt på vores resultater.

Der var i alt 13 forsøgsdeltagere i IG og fem forsøgsdeltagere i KG, hvilket gjorde, at den statistiske styrke i vores design var relativ lav. Derfor kan der muligvis være lavet en type II-fejl i vores studie, grundet en lav statistisk styrke. Studiet opererer med et lille antal forsøgsdeltagere, hvilket gør risikoen for at opleve systematiske fejl større og dermed give et bias i resultaterne. Endvidere kan tilfældige fejl også have en indvirkning på resultaterne, ved fx at det anvendte udstyr målte forkert. Tilfældige fejl betegnes som en usikkerhed i vores målinger og ikke som en fejlkilde. Det anvendte udstyr var grundigt kalibreret, og resultaterne var alle fysiologiske realistiske. Vi mener derfor, at måleusikkerheder ikke har haft indflydelse på studiets resultater.

Forsøgsgrupperne i vores studie blev ikke systematisk randomiseret, hvilket resulterede i en signifikant aldersforskel mellem de to grupper. Desuden skiftede én af forsøgsdeltagerne fra IG til KG. Dette betød at personen modtog informationer omkring intervaltræningens indflydelse på præstationen, og måske blive inspireret til denne træningsform.

Studiets udgangspunkt var moderat trænedede løbere, hvis maksimale præstationer sandsynligvis kunne variere mere end eliteløbere. Dette kan skyldes en mindre løbeerfaring samt en række andre parametre relateret til præstationsevnen som stress, søvn og mad, der alle kunne influere på "all-out" løbeprestationen. Derfor gennemførte alle forsøgsdeltagere i tilvænningsperioden en "all-out" præstation for at give dem en forståelse for, hvilke krav der stilles til en maksimal præstation.

PRE-testene blev afviklet i starten af september 2011, mens POST-testene blev udført i november 2011. Årstidernes betydning på præstationen kan give en

række komplikationer i forhold til løbeprestationen. Ved PRE-testene var der omkring 15-20 grader, mens temperaturen ved POST-testene var mellem 5-10 grader. Et cykelstudie fandt, at den mest optimale præstation opnås ved en temperatur på 11 grader (Galloway et al. 1997). Endvidere var det svært at tage højde for dage med kraftig vind eller regn, som må formodes at være mere udtalt i efteråret og kan have direkte påvirkning på forsøgsdeltagernes præstation. Designet i studiet var styrket ved, at det var den samme løberute ved begge tests. Flere af forsøgsdeltagerne påpegede, at det var svært at løbe optimalt på offentlige fortov og veje, da der kunne opstå uforudsete forhindringer. For at styrke studiets design kunne testene flyttes til områder fri for trafik eller til en atletikbane.

I vores undersøgelse havde vi ikke et mål for intensiteten ved udholdenheds-træningen, som forsøgsdeltagerne løb udover "10-20-30"-gentagelserne og kendte derfor ikke belastningen ved træningen. Havde udholdenhedstræningen været for intensiv, kunne dette have betydning for, hvorvidt forsøgsdeltagerne havde restitueret tilstrækkeligt til "10-20-30"-gentagelserne, og dermed præsteret optimalt ved de 10 sekunders sprint. Endvidere havde vi ingen mål for belastningen ved de respektive "10-20-30"-gentagelser og ved derfor ikke, om forsøgsdeltagerne opnåede den ønskede intensitet.

I studierne af Iaia et al. (2008) og Bangsbo et al. (2009) blev træningen superviseret af et forskerhold. Dette gav testlederne mulighed for præcist at monitorere hvert træningspas og dermed følge udviklingen. Det kunne ligeledes være relevant med et direkte mål for intensiteten under interventionsperioden i form af fx et puls bælte, hvilket kunne give mere præcise data.

5.5 Skader

I studiet udgik tre forsøgsdeltagere fra IG grundet skader. Hvorvidt disse skader var relateret til "10-20-30"-konceptet vides ikke. Belastningen ved "10-20-30"-gentagelserne kan for moderat trænede løbere være fysisk krævende. Vi ved imidlertid ikke, om "10-20-30"-konceptet har været grunden til skaderne hos forsøgsdeltagerne. Fokus har været på at konstruere et progressivt forløb, der inkluderede færre gentagelser i starten af træningsperioden for efterfølgende at

stige. Hvorvidt dette fokus har været tilstrækkeligt er ikke muligt at konkludere. Størstedelen af alle løbere oplever periodevis at blive skadet. Denne "naturlige" skadesfrekvens skal derfor ligeledes medregnes.

Sprint er forbundet med en excentrisk kontraktion af baglårets muskulatur. Flere af forsøgsparticipanterne redegjorde for problemer med baglåret ved POST-testen. Forsøgsparticipanterne i IG kunne derfor have deltaget i "10-20-30"-træningen, selvom de havde oplevet et besvær i baglårsmuskulaturen, som kunne bevirke en nedsat hastighed i sprintperioderne. Normalt har motionister ikke indlejret sprint i deres daglige træning og har derfor ikke fokus på at styrke baglårets muskulatur. Det kan derfor være, at muskelvævet hos forsøgsparticipanterne ikke har været stærkt nok til at modstå den relative store belastning, som musklerne udsættes for under sprintperioderne (Petersen et al. 2011). Der kunne med fordel have været brugt tid på at styrke baglårets muskulatur for bedre at kunne modstå de fysiske krav, der er forbundet med "10-20-30"-konceptet. Styrkeøvelser inden løbetræningen kunne indgå som en del af opvarmningen. Dog kan for mange elementer i løbetræningen være ødelæggende for det flow, som mange oplever ved at løbe (Elbe et al. 2010).

5.6 Træningsdagbøger

I forbindelse med indlevering af træningsdagbøgerne blev der indsamlet 9 ud af 13 træningsdagbøger i IG, mens alle blev indsamlet i KG.

Træningsdagbøgerne var konstrueret således, at vi kun kunne opgøre træningsfrekvensen, grundet en mangelfuld konstruktion af træningsdagbøgerne. Den manglende systematik ved indrapporteringen af træningsdagbøgerne gjorde det vanskeligt at opgøre intensitet og mængde, da aktiviteterne skiftevis blev opgjort i varighed, antal gennemførte kilometer og "10-20-30"-deltagelser. Desuden var der en forskel i indrapporteringen mellem de to grupper i træningsperioden, samt en forskel i IGs indrapportering fra tilvænningsperioden og til træningsperioden (se bilag 8.2). De mangelfulde data af IGs træning i træningsperioden resulterede i, at det ikke var muligt at sammenligne IGs samlede træning mellem de to perioder eller muligt at sammenligne IG og KG i træningsperioden. Derfor var det mest relevant at sammenligne løbetræningsfrekvensen i de to grupper da dette blev indrapporteret i

både tilvænningsperioden og træningsperioden. Begge grupper havde en træningsfrekvens på 3,1 træningspas pr. uge i træningsperioden, hvilket passer med studiet oprindelige på tre ugentlige træningspas, jf. tabel 5.

En mere systematisk konstruktion af træningsdagbøgerne, hvor mængde, tid og intensitet blev indrapporteret, havde givet et mere nuanceret billede af forsøgsdeltagernes træning i tilvænningsperioden og træningsperioden. Ved udelukkende at bruge frekvensen, kan vi ikke detektere forskelle mellem de to grupper i intensitet, tid eller mængde fra tilvænningsperioden til træningsperioden. Studiets design var konstrueret således, at der skulle være et fald i træningsmængden, hvilket vi ikke har data til at bekræfte.

KG øgede deres træningsfrekvens (alt træning) fra tilvænningsperioden til træningsperioden. Dette kan have indflydelse på, hvorvidt vi finder signifikante forskelle mellem de to grupper. Samtidig kan vi i træningsdagbøgerne observere, at to personer fra IG i tilvænningsperioden gennemførte ét maraton, og at yderligere to fra IG gennemførte ét maraton i træningsperioden, hvilket kan have en effekt på den efterfølgende træning.

Havde "10-20-30"-konceptet været et kraftigt træningsstimuli på præstationsevnen, ville træningsdagbøgerne være af mindre betydning. Præstationsforbedringer mellem de to grupper ville dermed være forekommet uanset den alternative træning grupperne måtte have udført. Vi mangler derfor mere udførlige træningsdagbøger for endeligt at konkludere, om "10-20-30"-konceptet er et potent stimuli til moderat trænedede løbere.

5.7 Perspektivering

"10-20-30"-konceptet er en ny og anderledes træningsform. Det er konstrueret således, at både nybegyndere og mere erfarne løbere nemt og hurtigt kan implementere det i deres normale træning. Samtidig er "10-20-30"-konceptet en træningsform, der tidsmæssigt gør det praktisk for mange motionister, grundet et begrænset tidsforbrug. "10-20-30"-konceptet skaber en variation og højner motivationen i de daglige træningsvaner, der for mange består af kontinuerlige ture med moderat intensitet.

Vores studie havde udfordringsløbere som udgangspunkt, men fandt imidlertid ikke forbedringer på 5000m løbepræstationen. "10-20-30"-konceptet kan i stedet benyttes af andre løbetyper, som ikke har præstationen som det primære mål. Det ville derfor være interessant at undersøge, hvordan "10-20-30"-konceptet har indflydelse på sociale og sundhedsmæssige parametre.

6. Konklusion

Vi undersøgte effekterne af en otte ugers træningsperiode med en kombination af aerob og anaerob træning på 5000m løbepræstationen, iltoptagelsen samt en række blodvariabler blev undersøgt for at belyse eventuelle træningsrelaterede forbedringer i IG sammenlignet med KG.

Vi fandt ingen træningsrelaterede forbedringer i IG sammenlignet med KG. Det viste sig, at tiden på et 5000m løb ikke blev reduceret i IG sammenlignet med KG, modsat vores forventninger.

Samtidig havde vi en forventning om en vedligeholdelse eller forbedring af VO_2 -max efter træningsperioden. Der var imidlertid ingen forskelle på VO_2 -max i IG sammenlignet med KG efter træningsperioden.

Vi forventede en forbedring af løbeøkonomien for forsøgsparticipanterne i IG sammenlignet med KG. Alligevel var der efter træningsperioden ingen forbedringer af løbeøkonomien efter en periode med fokus på anaerob træning.

Efter træningsperioden forventede vi en forbedring eller vedligeholdelse af blodlaktatkoncentrationerne ved sub-maksimalt og maksimalt arbejde. Der blev imidlertid ikke fundet forbedringer i blodlaktatkoncentrationerne efter træningsperioden i IG sammenlignet med KG.

Yderligere var der ingen forskelle i IG sammenlignet med KG i tiden til udmattelse samt for blodvariablerne pH og bikarbonat.

Vi fandt ingen signifikante resultater efter træningsperioden i IG sammenlignet med KG og må derfor konkludere, ud fra vores data, at "10-20-30"-konceptet ikke er et effektivt stimuli til at forbedre præstationsevnen for moderat trænede løbere.

7. Litteraturliste

Balsom PD, Seger JY, Sjödin B & Ekblom B: Maximal intensity exercise: effect of recovery duration. *Int J Sports Med* Vol 13(7): 528-533, 1992.

Bangsbo J, Gollnick PD, Graham T, Saltin B: Substrates for muscle glycogen synthesis in recovery from intense exercise in man. *J of Physiol* 434 423-440, 1991.

Bangsbo J, Gunnarsson TP, Wendell J, Nybo L, Thomassen M: Reduced volume and increased training intensity elevate muscle Na⁺ - K⁺ pump α_2 -subunit expression as well as short- and long-term work capacity in humans: *J Appl Physiol* 107:1771-1780, 2009.

Bangsbo J, Madsen K, Kiens B, Richter EA: Effect of muscle acidity on muscle metabolism and fatigue during intense exercise in man. *J Physiol (Lond)* 495 (Pt 2), 587-596, 1996.

Beneke R, Hütler M: The Effect of Training on Running Economy and Performance in Recreational Athletes. *Med Sci Sports Exerc* 37(10):1794-1799, 2005.

Bergmann BC, Wolfel EE, Butterfield GE, Lobashuk GD, Casazza GA, Horning MA, Brooks GA: Active muscle and whole body kinetics after endurance training in men. *J Appl Physiol* 87(5):1684-1696, 1999.

Billat VL: Interval Training for Performance. A Scientific and Empirical Practice. Special Recommendations for Middle –and Long-distance Running. Part I – Aerobic Interval Training. *Sports Med* 31(1):13-31, 2001.

Billat VL, Flechet B, Petit B, Murieux G, Koralzstein JP: Interval training at VO₂-max: effects of aerobic performance and overtraining markers. *Med Sci Sports Exerc* 31(1):156-163, 1999.

Brøndum L, Monrad JD: Statistik II – Anvendt statistik. 5. udgave, Den private ingeniørfond, København 1998.

Costill DL, Verstappen F, Kuipers H, Janssen E, Fink W: Acid-base balance during repeated bouts of exercise: influence of bicarbonate. *Int J Sports Med* Vol 5, No. 5, pp 228-231, 1984

Daniels J, Daniels N: Running Economy of elite male and elite female runners. *Med Sci Sports Exerc* 24(4):483-489, 1992.

Di Prampero PE, Capelli C, Pagliaro P, Antonutto G, Giradis M, Zamparo P, Soule RG: Energetics of best performances in middle distance running. *J of App Physiol* 74(5) pp 2318 – 2324, 1993.

Dolgener FA, Kolkhorst FW, Whitsett DA: Long slow distance training in novice marathon runners. *Res Q Exerc Sport* 65(4):339-346, 1994.

Elbe AM, Strahler K, Krustrup P, Wikman J, Stelter R: Experiencing flow in different types of physical activity intervention programs: three randomized studies: *Scand J Med Sci Sports*: 20 (Suppl. 1): 111-117: 2010

Esfarjani F, Laursen PB: Manipulating high-intensity interval training: Effects on VO_2 -max, the lactate threshold and 3000m running performance in moderately trained males. *J Sci Med* 10, 27-35, 2007.

Fay L, Londeree BR, Lafontaine TP, Volek MR. Physiological parameters related to distance running performance in female athletes. *Med Sci Sports Exerc* 21(3):319-324, 1989.

Forsberg P, Laub TB, Mortensen ND, Brandt HH: *Motionsløbere i Danmark – Portræt af danske motionsløbere*; Idrættens Analyseinstitut, 1. udgave, København, januar 2012

Franch J, Madsen K, Djuurhuus MS, Pedersen PK: Improved running economy following intensified training correlates with reduced ventilatory demands. *Med Sci Sports Exerc* 30(8):1250-1256, 1998.

Galloway SD, Maughan RJ: Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged cycle exercise in man: *Med Sci Sports Exerc* 29(9):1240-1249, September 1997

Gettman LR, Pollock ML, Durstine L, Ward A, Ayres J, Linnerud AC: Physiological Response of Men to 1,3, and 5 Day Per Week Training Programs. *Res Q* 47(4):638-646, 1976.

Hagan RD, Upton SJ, Duncan JJ, Gettman LR: Marathon performance in relation to maximal aerobic power and training indices in female distance runners. *Br J Sports Med* 21(1):3-7, 1987.

Hill DW, Rowell AL: Responses to the exercise at the velocity associated with VO_2 -max. *Med Sci Sports Exerc* 29(1):113-116, 1997.

Holloszy JO, Coyle EF: Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *J Appl Physiol: Respirat Environ Exerc Physiol* 56(4):831-838, 1984.

laia FM, Bangsbo J: Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. *Scand J Med Sci Sports*, 20(suppl 2): 11-23, 2010.

laia FM, Thomassen M, Kolding H, Gunnarsson T, Wendell J, Rostgaard T, Nordborg N, Krstrup P, Nybo L, Hellsten Y, Bangsbo J: Reduced volume but increased training intensity elevates muscle Na^+ - K^+ pump α 1-subunit and NHE1 expression as well as short-term work capacity in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 294, R966-R974. 2008.

laia FM, Hellsten Y, Nielsen JJ, Fernström M, Sahlin K, Bansbo J: Four weeks of speed endurance training reduces expenditure during exercise and maintains muscle oxidation capacity despite a reduction in training volume. *J Appl Physiol* 106:73-80, 2009.

Ivy JL, Withers RT, Van Handel PJ, Elger DH, Costill DL: Muscle respiratory capacity and fiber types as determinants of lactate threshold. *J Appl Physiol Respirat Environ Exerc Physiol* 48(3):523-527, 1980.

Jones AM: Running economy is negatively related to sit-and-reach test performance in international-standard distance runners. *Int J Sports Med* 23:40-43, 2002.

Jones AM, Carter H: The Effect of endurance training on Parameters of Aerobic Fitness. *Sports Med* 29(6):373-386, 2000.

Juel C, Bangsbo J, Graham T, Saltin B: Lactate and K⁺ fluxes from human skeletal muscle during and after intense, dynamic, knee extensor exercise. *Acta Physiol Scand* 1402: 147–159, 1990.

Krustrup P, Mohr M, Steensberg A, Bencke J, Kjaer M, Bangsbo J: Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Med Sci Sports Exerc* 38(6): 1165-1174, 2006.

Laursen PB, Shing CM, Peake JM, Coombes JS, Jenkins DG: Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. *Med Sci Sports Exerc* July 2002

Londeree BR: Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc* 29(6):837-843, 1997.

Lucia A, Laneo JE, Oliván J, Gomez-Gallego F, San Juan AF, Santiago C, Pérez M, Chamorro-Vina C, Foster C: Physiological characteristics of the best Eritrean runners; exceptional running economy. *Appl Physiol Nutr Metab* 31(5):530-540, 2006.

MacDougall JD, Hicks AL, MacDonald JR, McKelvie R S, Green HJ, and Smith KM. Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *J Appl Physiol* 84: 2138-2142, 1998.

MacRae HSH, Dennis SC, Bosch AN, Noakes TD: Effects of training on lactate production and removal during progressive exercise in humans. *J Appl Physiol* 72(5):1649-1656, 1992.

McArdle WD, Katch FI, Katch VL: *Exercise Physiology* - 6th edition. Lippincott, Williams and Wilkins, 2007

Michalsik L, Bangsbo J: *Aerob og Anaerob træning*. Danmarks Idrætsforbund 2002: 1. udgave. 3 opslag 2006

Milesis CA, Pollock ML, Bah MD, Ayres JJ, Ward A, Linnerud AC: Effects of Different Durations of Physical Training on Cardiorespiratory Function, Body Composition, and Serum Lipids. *Res Q* 47:716-725, 1976.

Mohr M, Krstrup P, Nielsen JJ, Nybo L, Rasmussen MK, Juel C, Bangsbo J: Effect of two different intense training regimens on skeletal muscle ion transport proteins and fatigue development. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 292: R1594–R1602, 2007.

Mujika I: The influence of training characteristics and tapering on the adaptations in highly trained individuals. A review. *Int J Sports Med* Vol 19: 439-446. AS: s. 388-395, 1998.

Parkhouse WS, Mackenzie DC: Possible contribution of skeletal muscle buffers to enhanced anaerobic performance: a brief review *Med Sci Sports Exercise*, Vol 16, no 4p 328-338, 1984

Paavolainen L, Hakkinen K, Hamalainen I, Nummela A, Rusko: Explosive strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power: *J Appl Physiol* 86(5):1527-1533, 1999.

Peronnet F, Thibault G: Mathematical analysis of running performance and world records. *J Appl Physiol* 67(1), pp. 453 – 465, 1989.

Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz-Jørgensen E, Hölmich P: preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: A cluster-randomized controlled trial: *Am J Sports Med* august 8, 2011

Poole DC, Gaesser GA. Response of ventilatory and lactate thresholds to continuous and interval training. *J Appl Physiol* 58(4):1115-1121, 1985.

Porszasz J, Barstow TJ, Wasserman K. Evaluation of a symmetrically disposed Pitot tube flowmeter for measuring gas flow during exercise. *J Appl Physiol* 77:2859-2665, 1994

Pyne BD, Boston T, Martin DT, Logan A: Evaluation of the lactate pro blood lactate analyser. *Eur J Appl Physiol* 82:112-116. 2000

Russell AP, Somm E, Praz M, Crettenand A, et al UCP 3 protein regulation in human skeletal muscle fibre types I, IIa, IIx is dependent on exercise intensity. *J Physiol* 550(3):855-861, 2003.

Sahlin K, Henrikson J: Buffer capacity and lactate accumulation in skeletal muscle of trained and untrained men. *Acta Physiol Scandinavica* Vol 122 pp 131-9. 1984

Saunders PU, Pyrne DB, Telford RD, Hawley JA: Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Med* 34(7):465-485, 2004.

Scrimgeour AG, Noakes TD, Adams B, Myburgh K: The influence of weekly training distance on fractional utilization of maximum aerobic capacity in marathon and ultramarathon runners. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 55(2):202-209, 1986.

Sharp RL, Costill DL, Fink WJ, King DS: Effects of eight weeks of bicycling training on human muscle buffer capacity. *Int J Sport Med* Feb;7(1):13.7. 1986

Sjödín B, Svedenhag J: Applied physiology of marathon running. *Sports Med* 2(2):83-89, 1985.

Sjödín B, Jacobs I, Svedenhag J: Changes in Onset of Blood Lactate Accumulation (OBLA) and Muscle Enzymes after Training at OBLA. *Eur J Appl Physiol* 49:45-57, 1982.

Svedenhag J, Sjödín B: Maximal and Submaximal Oxygen Uptakes and Blood Lactate Levels in Elite Male Middle- and Long-Distance Runners. *Int J Sport Med*, Vol. 5(5),pp 255-61. 1984

Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, Hirai Y, Ogita F, Miyachi M, Yamamoto K: Effect of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO_2 -max. *Med. Sci Sports Exerc.* Vol 10, 1996.

Tanaka K, Watanabe, Konishi Y, Mitsuzono R, Sumida S, Tanaka S, Fukuda T, Nakadomo F: Longitudinal associations between anaerobic threshold and distance running performance. *Eur J Appl Physiol* 55:248-252, 1986.

Wenger HA, Bell GJ: The Interactions of Intensity, Frequency and Duration of Exercise Training in Altering Cardiorespiratory Fitness. Sports Med 3:346-356, 1986.

Weston AR, Myburgh KH, Lindsay FH, Dennis SC, Noakes TD, Hawley JA: Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high-intensity training by well-trained cyclists. Eur J Appl Physiol 75: 7-13. 1997

Weyand P, Cureton K, Conely D, Sloniger M: Percentage anaerobic energy utilized during track running events. Med Sci Sports Exerc, 25 pp S105, 1993.

Wilson JR, McCully KK, Mancini DM, Boden B, Chance B: Relationship of muscular fatigue to pH and diprotonated Pi in humans: A 31P-NMR study. J Appl Physiol, 64:2333-2339, 1988.

Hjemmeside:

http://cvk.sum.dk/forsoegspersoner/~media/Files/cvk/forsoegspersoner/CVK_foerdubeslutterdig.ashx

(01-04-2012)

8. Bilag

8.1 Generelt om deltagelse som forsøgsperson

Du bedes læse folderne fra den Centrale Videnskabetiske Komite (www.cvk.sum.dk)

"Før du beslutter dig", som kan findes på følgende link:

"Før du beslutter dig"

http://cvk.sum.dk/forsoegspersoner/~media/Files/cvk/forsoegspersoner/CVK_foerdubeslutterdig.ashx

Hvis du er interesseret i at deltage i forsøget, bedes du underskrive samtykkeerklæringen (side 7) og give den til kontaktpersonen. Samtykkeerklæringen skal

være underskrevet inden første invasive testdag, dvs. vi skal senest have den ved ankomst til første testdag hvor der tages muskelbiopsi eller tages blodprøver. Har du ikke mulighed for at udskrive den eller glemmer du den derhjemme så har vi ekstra kopier liggende som kan underskrives ved ankomst. Du har som forsøgsperson ret til at medbringe en bisidder ved modtagelsen af den mundtlige information om forsøget, og du har ret til betænkningstid, inden du giver dit samtykke. Det er os påkrævet at underrette om, at der kan være uforudsigelige risici knyttet til deltagelse i forsøg. I tilfælde af at du bliver syg, så du ikke kan deltage i forsøget som aftalt, kan det blive nødvendigt at aflyse din deltagelse, men oftest vil det være muligt blot at ændre forsøgsdatoerne. Hvis du har en smitsom sygdom, kan vi være nødsaget til at aflyse din deltagelse i forsøget.

Hvis forsøget som helhed må aflyses (p.g.a. sygdom), vil du blive underrettet og blive informeret om årsagen til aflysningen. Oplysninger om helbredsforhold og andre fortrolige oplysninger om forsøgspersonerne er omfattet af tavshedspligt.

Informeret samtykke til deltagelse i et biomedicinsk forskningsprojekt.

Forskningsprojektets titel:

Effekt af intens og reduceret træning på velvære, motivation, sundhedstilstand og arbejdsevne hos motionister

Erklæring fra forsøgspersonen:

Jeg har fået skriftlig og mundtlig information og jeg ved nok om formål, metode, fordele og ulemper til at sige ja til at deltage.

Jeg ved, at det er frivilligt at deltage, og at jeg altid kan trække mit samtykke tilbage uden at miste mine nuværende eller fremtidige rettigheder til behandling.

Jeg giver samtykke til, at deltage i forskningsprojektet og til, at mit biologiske materiale udtages med henblik på opbevaring i en forskningsbiobank. Jeg har fået en kopi af dette samtykke ark samt en kopi af den skriftlige information om projektet til eget brug.

Forsøgspersonens navn: _____

Dato: _____ Underskrift: _____

Hvis der kommer nye væsentlige helbredsoplysninger frem om dig i forskningsprojektet vil du blive informeret. Vil du **frabede** dig information om nye væsentlige helbreds-oplysninger, som kommer frem i forskningsprojektet, bedes du markere her: ____ (sæt x)

Ønsker du at blive informeret om forskningsprojektets resultat samt eventuelle konsekvenser for dig?:

Ja ____ (sæt x) Nej ____ (sæt x)

Erklæring fra den forsøgsansvarlige:

Jeg erklærer, at forsøgspersonen har modtaget mundtlig og skriftlig information om forsøget og har haft mulighed for at stille spørgsmål til mig.

Efter min overbevisning er der givet tilstrækkelig information til, at der kan træffes beslutning om deltagelse i forsøget.

Den forsøgsansvarliges navn: Jens Bangsbo

Dato: _____ Underskrift: _____

8.2 Træningsdagbøger

I tilvænningsperioden udfyldte både IG og KG træningsdagbøgerne som i 8.2.2.

Træningsdagbøgerne repræsenterer to uger

8.2.1 Træningsperioden IG

Sæt x ved 10-20-30 fremmøde. Kontrolløbere skriver blot antal km. Udfyld de grønne felter med dato og træningsdeltagelse.

Skriv ca. km på den almindelige løbetur. 1 pr uge (ved flere ture skrives km+km)

Fremmøde	Uge 1			Uge 2		
	km			km		
Dato	12.09	14.09		21.09	24.09	
navn		x	42,2	x	x	

8.2.2 Træningsperiode KG

Distance i km (DI); Træningsform (TF)

Navn:	Mandag		Tirsdag		Onsdag		Torsdag		Fredag		Lørdag		Søndag	
	DI	TF	DI	TF	DI	TF	DI	TF	DI	TF	DI	TF	DI	TF
Uge 40 (3-9 okt)	10 km	løb	fobold	2 timer	5 km	løb	hockey	2 timer	4 km	løb			5 km	løb
									styrke trning	1 time			hockey	2 timer
Uge 41 (10-16 okt)	styrke træning	1time	10 km	løb	6 km	løb	hockey	2 timer					3 km	løb
													hockey	2 timer