



Indirekt mätning av laktattröskel

Alexander Hilding & Frank Olkkonen

GYMNASTIK- OCH IDROTTSHÖGSKOLAN
Examensarbete på grundläggande nivå: 62:2016
Hälsopedagogprogrammet 2013-2016
Handledare: Kerstin Hamrin
Examinator: Örjan Ekblom

Förord

Vi vill rikta ett stort tack till alla deltagare som ställt upp frivilligt och visat intresse och glädje inför studien.

Vi vill även tacka vår handledare, Kerstin Hamrin, för allt stöd under denna process samt personalen på LTIV för att ha gett oss möjligheten att nyttja utrustning och lokaler.

Även tack till Olga Tarassova för hennes eminenta lösning på beräkning av $LT_{D-max-c}$.

Abstract

Aim

The aim of this study was to determine whether 30-minute time trial (30MTT) is an accurate estimator of the lactate threshold (LT) relative to direct measures of LT and whether 30MTT is applicable for untrained individuals. Question formulations: (1) Is 30MTT an accurate method for estimation of the LT in a group with varied $\text{VO}_2\text{-peak}$? (2) Is there a difference in the accuracy of the 30MTT between a group with low and high $\text{VO}_2\text{-peak}$? (3) Is the method applicable for untrained individuals?

Method

A quantitative study was conducted consisting of 10 subjects (age= 26 ± 2.15 years, BMI= 21.7 ± 2.76 , $\text{VO}_2\text{-peak} = 47.45 \pm 6.34 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) who participated during two testing occasions. The sample consisted of women (n=4) and men (n=3) with varied physical ability. During the first occasion the subjects took part in a direct measure of their LT followed by a test to measure their maximal oxygen uptake. Four methods were used to determine the subjects LT from the direct measures; $\text{LT}_{\text{D-max-c}}$, $\text{LT}_{\text{Visual}}$, $\text{LT}_{\Delta 1}$ and $\text{LT}_{4.0}$. During the second occasion the subjects performed a 30MTT from where their pace (LTV) and heart rate (LTHR) at LT were calculated. After the tests were concluded the direct measure was compared to the 30MTT. Three participants were excluded from the study due to insufficient data.

Results

The results showed that 30MTT was an accurate and reliable method for estimation of the LTV for a group with varied $\text{VO}_2\text{-peak}$. No significant differences were seen between the direct methods for LTV and 30MTT. Strong correlations were seen between the direct methods and 30MTT ($r \geq 0.91$). LTHR showed significant differences ($p=0.05$) between the direct measures and 30MTT. No correlations were seen for LTHR. Because of the limited selection question formulations two and three were left unanswered.

Conclusion

30MTT appears to be an accurate method for estimation of the LT. A significant correlation was seen for LTV between the direct methods of LT and 30MTT. No correlation was seen for LTHR since there appears to be a systematic elevation of heart rate. These results show that 30MTT appears to be an accurate method for estimation of LTV but not LTHR for group of individuals with varied $\text{VO}_2\text{-peak}$. Because of a limited selection some caution should be applied when rendering these results. The limited selection also means that potential differences between 30MTT and the direct measures among individuals with low and high $\text{VO}_2\text{-peak}$ weren't possible to evaluate.

Sammanfattning

Syfte och frågeställningar

Syftet med studien var att undersöka noggrannheten av uppskattning av laktattrösklar i 30-minuters "time trial"-test i förhållande till fastställda laktattrösklar med hjälp av uppmätta blodlaktatnivåer samt om metoden är applicerbar på individer med varierande VO_2 -peak.

Frågeställningar: (1) Är 30MTT en giltig indirekt metod för fastställande av LT för en grupp med varierande VO_2 -peak? (2) Skiljer sig noggrannheten mellan individer med låg och hög VO_2 -peak i 30MTT? (3) Är 30MTT-metoden giltig för otränade individer?

Metod

En kvantitativ studie bestående av 10 försökspersoner (FP)(ålder= 26 ± 2.15 år, BMI= 21.7 ± 2.76 , VO_2 -peak= 47.45 ± 6.34 ml·kg⁻¹·min⁻¹) deltog vid två testtillfällen. Urvalet bestod av kvinnor (n=4) och män (n=3) med varierad fysisk förmåga. Vid testtillfälle 1 genomfördes mätning av blodlaktatkoncentrationer för en direkt erhållen LT samt mätning av maximalsyreupptagningsförmåga. Fyra metoder tillämpades för identifiering av LT; $LT_{D-max-c}$, LT_{visual} , $LT_{\Delta 1}$ samt $LT_{4.0}$. Vid det andra tillfället genomfördes en indirekt mätning av LT genom 30MTT varefter hastighet (LTV) samt puls (LTHF) vid LT kunde beräknas. Efter genomförda test jämfördes direkt mätning med indirekt mätning av LT. Tre FP exkluderades från studien på grund av ej tillräcklig erhållen data.

Resultat

Resultaten visade att 30MTT var en reliabel metod för en grupp med varierande VO_2 -peak för beräkning av LTV. Inga signifikanta skillnader sågs mellan samtliga direkta metoder och 30MTT för LTV. Däremot kunde starka korrelationer ses mellan samtliga direkta metoder samt 30MTT ($r \geq 0.91$) för hela urvalet. För LTHF sågs signifikanta skillnader ($p=0.05$) mellan samtliga direkta metoder samt 30MTT. Inga signifikanta samband kunde ses för LTHF för hela urvalet. På grund av det begränsade urvalet lämnas frågeställning två och tre obesvarad.

Slutsats

30MTT tycks vara en reliabel metod för uppskattning av LT. Signifikanta samband kunde ses mellan samtliga direkta metoder för LT och 30MTT gällande LTV. För LTHF sågs inga samband, däremot sågs en systematisk förskjutning av hjärtfrekvensen. LTV enligt 30MTT verkar vara en giltig metod för en grupp individer med varierad VO_2 -peak. På grund av ett begränsat urval bör en viss försiktighet tillämpas i tolkning av dessa resultat. Vidare kunde det på grund av det begränsade urvalet inte göras någon bedömning på eventuella skillnader mellan individer med låg och hög VO_2 -peak.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1. Bakgrund	1
1.1.1 Blodlaktat	1
1.1.2 Blodlaktattest.....	2
1.1.3 Syreupptagning	3
1.1.4 Kardiovaskulär drift	4
1.2 Forskningsläge	4
1.2.1 30MTT	4
1.2.3 Self paced exercise	5
1.3 Syfte	5
2 Metod	6
2.1 Metodval	6
2.2 Urval.....	6
2.3 Bortfallsanalys.....	7
2.4 Förberedelse och genomförande	7
2.4.1 Laktatträskeltest	8
2.4.2 VO _{2max} -test	9
2.4.3 30MTT	10
2.5 Databearbetning och statistik	10
2.6 Validitet och reliabilitet.....	11
3 Resultat.....	11
3.1 Hela urvalet	11
3.1.1 Skillnad vid hastighet.....	13
3.1.2 Skillnad vid puls.....	14
3.1.3 Samband vid hastighet	14
3.1.4 Samband vid puls	17
4. Diskussion	17
4.1 30MTT vid hastighet.....	17
4.2 30MTT vid puls.....	18
4.3 Metoddiskussion	19
4.4 Konklusion	21
Käll- och litteraturförteckning.....	23

Bilaga 1 Käll- och litteratursökning

Bilaga 2 Informationsbrev

Bilaga 3 Laktatprofil

Bilaga 4 Uträkning av $LT_{D-max-c}$

Bilaga 5 Testprotokoll

Tabell- och figurförteckning

Tabell 1 – Allmän data rörande antropometri för urvalet exklusive bortfall samt totala urvalet inklusive bortfall	7
Tabell 2 – Medelvärde för hela urvalet för hastighet, puls och laktatkoncentrationer vid LT för samtliga direkta metoder samt 30MTT	12
Figur 1 – LTV för respektive FP vid samtliga direkta mätningar och 30MTT	12
Figur 2 – LTHF för respektive FP vid samtliga direkta mätningar och 30MTT	13
Figur 3 – Skillnad vid hastighet för direkt LT och indirekt LT	13
Figur 4 – Skillnad vid HF för direkt LT och indirekt LT (30MTT)	14
Figur 5 – Korrelation mellan $LT_{D-max-c}$ och 30MTT för hela urvalet	15
Figur 6 – Korrelation mellan LT_{visual} och 30MTT för hela urvalet	15
Figur 7 – Korrelation mellan $LT_{\Delta 1}$ och 30MTT för hela urvalet	16
Figur 8 – Korrelation mellan $LT_{4,0}$ och 30MTT för hela urvalet	16

1 Inledning

Laktattrösklar (LT) är en viktig faktor i utvärderande av uthållighetsprestation.

Laktatansamling i muskler och vävnader förknippas med en muskulär smärta samt trötthet och har en negativ korrelation med uthållighetsprestation. Det råder dock meningsskiljaktigheter gällande hur LT ska identifieras och fastställas. Ett flertal olika definitioner har myntats och ett antal förhållningssätt för beräkning av LT har framställts men ingen ensamt given definition finns. (Faude, Kindermann & Meyer 2009) LT-mätningar kräver dessutom specifik utrustning och viss expertis samt att faktiska blodprov måste erhållas varför alternativa, indirekta metoder för uppskattning av LT har utvecklats.

1. Bakgrund

1.1.1 Blodlaktat

Blodlaktatkoncentrationer ökar i samband med träning, högre intensitet kommer också innebära högre koncentrationer av blodlaktat. Kroppen kommer initialt utföra syrekrävande (aerobt) arbete men över en viss intensitet klarar inte muskelns aeroba energigivande system att tillgodose muskelns ATP-behov. Detta leder till en blodlaktatbildning i musklerna då det anaeroba energisystemet aktiveras. Anaerobt arbete innebär att kroppen arbetar utan syre vilket skapar bland annat en ackumulation av mjölksyra i muskler och kroppsvätskor. Mjölksyran upplöses och vätejoner (H^+) samt laktat bildas. H^+ skapar en försurning av blod och vävnader. Det sänkta pH-värdet bidrar till försämrad kontraktion av muskulatur. På så vis blir bildningen av laktat i muskler och kroppsvätskor prestationssänkande. (Wilmore & Costill 2004, s. 124) Ackumulering av blodlaktat under träning påverkas av en rad faktorer, bland annat träningsgrad, återhämtningsstatus och kolhydratintag före träning (Bellardini, Henriksson & Tonkonogi 2009, s. 52).

I samband med de stigande koncentrationerna av blodlaktat kan en anaerob tröskel urskiljas. Begreppet anaerob tröskel introducerades först av Hollmann (1963) men har sedan dess fått vidare spridning. Den anaeroba laktattröskeln eller LT som den kommer att betecknas som i denna studie, benämns som den punkt där tillförseln av laktat överskrider kroppens förmåga att forsla bort laktatet från muskler och vävnader. Musklerna frisätter då mer laktat i blodet än kroppen klarar av att göra sig av med genom oxidation. Denna fas är individuell och infaller vid olika intensitet för olika individer. Generellt sett sker denna tröskelövergång vid 50-60 %

av den maximala syreupptagningsförmågan (VO_{2max}) för otränade individer respektive 70-80 % för tränade. (Wilmore & Costill 2004, s. 144-145) Tröskelövergången beror både på individens aeroba och anaeroba förmåga och kan ligga utanför de ovanstående zonerna (Bellardini, Henriksson & Tonkonogi 2009, s. 52).

1.1.2 Blodlaktattest

Vid blodlaktattest mäts laktatkoncentrationen i blodet hos en individ som arbetar på en successivt ökande intensitet. Individen uppnår en "steady state" på varje belastning, i slutet av varje belastning tas ett blodprov från individen som analyseras varefter en blodlaktatkoncentration anget i mmol/L erhålls. (Bellardini, Henriksson & Tonkonogi 2009, s. 51-52) Registreras dessutom hjärtfrekvensen (HF) i slutet av respektive belastning kan HF vid LT bestämmas. Detta kan användas för att ge individen så kallade pulszoner baserat på HF. Vetskap om vilken belastning och HF som motsvarar LT innebär att träningsprocessen och intensiteten kan optimeras utefter individens behov samt att prestationer kan förutspås. Träning precis under LT används med fördel vid aerob träning under 30-60 minuters arbete. En träningsbelastning över LT under 20-40 minuter kan användas för att höja individens LT och kan ge en ökad laktattolerans. Träning av högre intensitet för ytterligare stimulering av VO_{2max} och en förhöjd anaerob förmåga kräver generellt sett intervallträning på och över en hastighet som motsvarar VO_{2max} . Hur länge en individ klarar av att bibehålla en viss intensitet beror på dennes fysiska kapacitet. (Jones 2006)

En förhöjd LT är idag allmänt accepterad som en indikator på förbättrad uthållighetsprestation. En förhöjd LT kommer innebära att individen kan arbeta på en högre intensitet under en längre tid och därmed förbättra sin prestation. (Jones 2006). Måttligt tränade individer har visats kunna öka sin LT med 50 % på bara sex veckor och även vältränade idrottare har visats ha goda möjligheter att förbättra den (Bellardini, Henriksson & Tonkonogi 2009, s. 52).

För att identifiera LT vid blodlaktatmätning finns en rad olika metoder men det finns ingen ensamt given definition för fastställandet av LT. Ett diverse olika definitioner kan erhållas beroende på vilken litteratur som avses. Faude, Kinderman och Meyer (2009) fann i sin metaanalys 25 olika LT-koncept. I denna studie kommer fyra vanligen använda metoder tillämpas för fastställandet av LT; $LT_{D-max-c}$, LT_{visual} , LT_1 och $LT_{4.0}$.

Även om ett blodlaktattest är en exakt och effektiv metod för identifiering av LT krävs det dessvärre en viss expertis och speciell utrustning vid utförandet. Detta kan ses som problematiskt eftersom tillgången till denna typ av utrustning inte alltid finns tillgänglig vilket kan begränsa individens möjlighet att fastställa sin LT. Dessutom är inte alla bekväma med de faktiska ingrepp som krävs, det vill säga de stick som måste tas för att erhålla blodprov. Därför är alternativa, indirekta metoder för fastställning av LT ett högst intressant användningsområde.

1.1.3 Syreupptagning

Syreupptagningsförmåga är ett mått på hur väl kroppen kan ta upp och nyttja det syre som den andas in. (Wilmore & Costill 2004, s. 258)

VO_{2max} är ett mått på den maximala mängden syre som kroppen kan ta upp och utnyttja mätt i absolut mängd $L \cdot min^{-1}$ eller relativ mängd $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Detta mått ger en bild av vilken förmåga en individs kardiovaskulära system besitter och är i generella drag ett mått på den fysiska statusen. För att erhålla en individs VO_{2max} kan ett så kallat VO_{2max} -test göras. Ett tecken på att en individ har nått sin VO_{2max} är att syreupptagningen inte ökar trots en ökad intensitet, så kallad leveling off. (Taylor, Buskirk & Henshel 1955) Vid genomförande av VO_{2max} -test krävs det att ett flertal aspekter tas i beaktning, bland annat kön, ålder, kroppsmassa, typ av idrottsgren och hälsotillstånd. Det finns dock idag inte något enhetligt system för utvärdering av VO_{2max} som tar hänsyn till alla dessa faktorer. (Bellardini, Henriksson & Tonkonogi 2009, s. 38) Om en individ inte uppnår VO_{2max} under ett maxtest så benämns detta som VO_2 -peak som istället syftar till det högsta uppmätta värdet vid ett test (James et al. 2007).

Trots att VO_{2max} är en viktig förutsättning för prestation i uthållighetsidrotter (Martin & Coe 1997; Noakes 2003; Billat 2001; Saltin et al. 1995) har LT visat sig vara en bättre indikator på prestation än VO_{2max} mellan likvärdiga atleter. Skillnaden i prestation mellan homogena individer beror sällan på VO_{2max} , den avgörande faktorn tycks snarare vara LT. Ett flertal studier har visat att förmågan att bibehålla en hög % av VO_{2max} utan att överskrida sin LT är av större betydelse för att optimera prestation. (Bishop, Jenkins & Mackinnon 1998; Coyle et al. 1988; Czuba et al. 2009; Faude, Kindeman & Meyer 2009) Det finns även evidens för att individer med lägre VO_{2max} kan prestera likvärdigt med individer med högre VO_{2max} på grund av en högre LT (Allen et al. 1985).

1.1.4 Kardiovaskulär drift

HF kommer öka under 30 minuters konstant submaximalt arbete. En förhöjd HF under konstant submaximalt arbete innebär inte en ökning i den anaeroba energikostnaden. Detta kan förklaras med att differensen mellan inandad syre och utandad koldioxid är densamma, en förhöjd HF kan istället vara resultatet av en förhöjd kroppstemperatur. (Kindermann, Simon & Keul 1979; Wilmore & Costill, 2004. s. 225) Ytterligare en bidragande orsak kan vara ansträngningsutlöst dehydrering till följd av perspirering (Montain & Coyle. 1992; Wilmore & Costill, 2004. s. 232-233). Det bör dock nämnas att det ännu inte finns någon säker förklaring till kardiovaskulär drift varför ovanstående förklaringar bara är teorier (Wilmore & Costill. 2004. s. 233).

1.2 Forskningsläge

Det finns ett flertal indirekta metoder för fastställande av LT men enligt studier varierar resultaten beroende på metod. Den metod som i dagsläget tycks visa störst reliabilitet är 30 minute time trial (30MTT) varför den här studien valt att undersöka just denna metod Dessutom är 30MTT bara vara validerad för tränade individer varför denna studie valt att undersöka giltigheten av metoden för en grupp individer med varierad VO_2 -peak. (McGehee, Tanner & Hourmard 2005)

1.2.1 30MTT

30MTT är en indirekt metod som syftar till att uppskatta en individs hastighet vid laktattröskeln (LTV) samt pulsen vid laktattröskeln (LTHF). Detta görs genom att springa så långt som möjligt på 30 minuter. LTV erhålls genom att beräkna medelhastigheten för hela testet och LTHF erhålls genom att beräkna medelpulsen under de sista 20 minuterna. Det finns ett antal studier gjorda på indirekta metoder för bestämning av LT men endast ett fåtal gjorda på 30MTT. McGehee, Tanner och Hourmard (2005) undersökte hur väl fyra indirekta LT-metoder, bland annat 30MTT, stod sig jämfört med fyra direkta mätningar av LT på vältränade atleter. Resultatet visade att 30MTT tycks vara en god prediktor för LT och menar att metoden kan användas som en god uppskattning för både LTV och LTHF.

Patridge (2015) undersökte validiteten och reliabiliteten av 30 minutes cycling time trial-test (30CTT), snarlikt 30MTT men utfört på cykel. Tre test genomfördes i slumpmässig ordning där testen innefattade ett tröskeltest som syftade till att mäta vältränade atleters LT och två 30CTT. Efter genomförda tester undersöktes ett eventuellt samband mellan de direkta LT

metoderna samt 30CTT. De fann att 30CTT är en reliabel metod för att uppskatta belastning vid LT. För LTHR fann man däremot signifikanta systematiska förskjutningar mellan 30CTT och de direkta LT mätningarna.

1.2.3 Self paced exercise

Det är välkänt att självvald hastighet (SPE) är en viktig faktor i tävlings- och time trial-prestation. SPE har visat sig bidra till en mindre metabolisk utmaning än vad en given hastighet av motsvarande intensitet gör under ett submaximalt arbete. Lander, Butterly och Edwards (2009) jämförde dessa två metoder där de fann att möjligheten att förändra hastighet bidrar till en mindre fysisk ansträngning på grund av den minskade metaboliska utmaningen. Viljan att förändra hastighet är en medveten handling till följd av undermedveten fysiologisk feedback från en samling perifera receptorer. En konstant hastighet minimerar möjligheterna för individen att själv anpassa hastigheten utefter den fysiologiska feedback som det undermedvetna bistår med baserat på den metaboliska utmaningen. Det blir därmed svårare att bibehålla homeostas vid en given hastighet. SPE är en viktig fysiologisk mekanism för att minimera medvetna upplevda tecken på utmattning.

1.3 Syfte

Syfte:

Syftet med studien var att undersöka noggrannheten av uppskattning av laktattrösklar i 30-minuters "time trial"-test i förhållande till fastställda laktattrösklar med hjälp av uppmätta blodlaktatnivåer samt om metoden är applicerbar på individer med varierande VO_2 -peak.

Frågeställningar:

Är 30 minuters "time trial" en giltig indirekt metod för fastställande av laktattrösklar för grupp med varierande VO_2 -peak?

Skiljer sig noggrannheten mellan individer med låg och hög VO_2 -peak i 30 minuters "time trial"-test?

Är 30 minuters "time trial"-metoden giltig för otränade individer?

2 Metod

2.1 Metodval

Eftersom studien syftade till att validera 30MTT i förhållande till blodlaktatmätning valdes denna metod för att se hur väl det överensstämmer med direkt blodlaktatmätning. Data till studien samlades därför in genom två tester, 30MTT samt blodlaktatmätning. För att få en uppskattning om försökspersonernas (FP) fysiska status mättes även deras VO_2 -peak genom ett VO_{2max} -test.

2.2 Urval

Deltagare till studien rekryterades genom ett bekvämlighetsurval. Ett informationsbrev upprättades och skickades ut till vänner, bekanta och på sociala plattformar. Intressenter som anmälde intresse intervjuades kort, muntligt eller skriftligt, i syfte att få en bild över deras nuvarande fysiska kapacitet.

Vidare kontrollerades det under intervjun att personen uppfyllde studiens övriga kriterier; ålder mellan 18-35 år samt skade- och sjukdomsfri. När en person blivit accepterad som FP till studien fick denne ytterligare information om studiens syfte, testutförande samt testförberedelser.

Initialt deltog tio personer (kvinnor $n=4$, män $n=6$) i studien. För att validera deras nuvarande fysiska status utfördes ett VO_{2max} -test i samband med blodlaktatmätningen för att mäta varje FPs maximala syreupptagningsförmåga. Det bör emellertid noteras att ett VO_{2max} inte alltid uppnås varför studien benämner FPs syreupptagningsförmåga som VO_2 -peak (Bellardini, Henriksson & Tonkonogi 2009. s. 36). Av de som uppfyllde kriterierna och tackade ja till studien deltog och slutförde samtliga personer alla tester.

Tabell 1. Allmän data rörande antropometri för urvalet exklusive bortfall samt totala urvalet inklusive bortfall. All data presenteras i medelvärde \pm standardavvikelse.

	Totalt exkl bortfall (n=7) Medel\pmSD	Totalt inkl bortfall (n=10) Medel\pmSD
Ålder (år)	26 \pm 2.15	28 \pm 2.76
Längd (cm)	177 \pm 9.22	178 \pm 7.9
Vikt (kg)	68 \pm 8.59	72 \pm 9.79
BMI	21.7 \pm 2.76	22.85 \pm 3.08
VO₂-peak (ml\cdotkg⁻¹\cdotmin⁻¹)	47.45 \pm 6.34	49.92 \pm 10.9
HR-peak (slag\cdotmin⁻¹)	187.1 \pm 5.52	185.5 \pm 6.41

2.3 Bortfallsanalys

Av de tio personer som deltog i studien erhöles fullständiga resultat från sju personer. Det innebar ett internt bortfall på tre personer (män n=3) som exkluderades eftersom de inte uppnådde kriterierna för LT _{Δ 1}, det vill säga en ökning på ≤ 1 mmol \cdot L⁻¹ mellan två belastningar, och LT_{4,0}, det vill säga minst ett erhållet prov på ≤ 4 mmol \cdot L⁻¹, eller på grund av att för få mätpunkter erhöles varför en säkerställning av deras LT inte kunde göras. För resterande sju personer erhöles all data bortsett från en individ vars LT _{Δ 1} inte kunde identifieras.

2.4 Förberedelse och genomförande

Samtliga tester utfördes i klimatrumsrummet i Laboratoriet för Tillämpad Idrottsvetenskap (LTIV, GIH Stockholm). Inför varje test informerades och instruerades FP både muntligt, skriftligt och praktiskt om respektive testprocedur.

Vid första testtillfället fick varje FP dessutom ge sitt skriftliga medgivande (se bilaga 2) till studien där de bland annat blev införstådda med att deltagandet var anonymt, att all insamlad data avidentifierades, att deltagandet var helt frivilligt och att de när som helst kunde avbryta testet samt att den insamlade datan skulle komma att användas i studien och publiceras.

Vikt och längd uppmättes för varje FP vid första testtillfället. Inför varje test efterfrågades också FP om eventuella skador eller sjukdomar samt om FP brukade mediciner som kunde påverka resultatet. Vid skada eller sjukdom ställdes testet in. Inga skador eller sjukdomar inför testerna som kunde påverka testresultaten observerades.

Varje FP deltog vid två testtillfällen. Vid första tillfället utfördes ett laktattröskeltest samt ett VO_{2max} -test. Vid andra tillfället utfördes ett 30MTT-test. För att FP skulle få en adekvat återhämtning mellan de två testtillfällena utfördes det andra testtillfället inte tidigare än 48 timmar efter det första.

Under samtliga tester användes ett löpband av märke Rodby RL2500E (Rodby Innovation AB, Hagby, Sverige), pulsklocka av märke Polar RS400 samt pulsband av märke Polar H2 (Polar Electro OY, Kampele, Finland). Vid testerna utrustades FP även med säkerhetssele för att förhindra skador vid eventuella fall eller driftavbrott av löpband.

2.4.1 Laktattröskeltest

Vid mätning av blodlaktat togs kapillära blodprov i fingerspetsarna på FP med hjälp av lansett. Blodet samlades upp i ett kapillärör som placerades i ett provrör innehållande en hemolytisk lösning. Provröret skakades och placerades sedan i en Biosen C-Line (EKF-diagnostic GmbH) som analyserade koncentrationen av laktat i blodet.

Innan laktattröskeltestet startade togs ett laktatprov av FP i vila, ett så kallat vilolaktat, för att säkerställa att FP befann sig i ett vilotillstånd och inte hade förhöjda laktatnivåer.

Därefter startade testproceduren då FP genomförde ett arbete på en successivt ökande belastning på löpband. Startbelastning diskuterades fram tillsammans med FP utifrån dennes fysiska förmåga och träningsstatus. Lutningen på löpbandet sattes till 1 %.

Eftersom FP skulle uppnå steady state på varje belastning för att få korrekt uppmätta värden, sattes tiden för varje belastning till 5 minuter (Bellardini, Henriksson & Tonkonogi 2009, s. 52). I slutet av varje arbetsperiod noterades puls samt uppskattad ansträngning enligt Borgs RPE-skala både centralt och lokalt (Borg 1970). Därefter ombads FP att stiga av löpbandet så att blodprov kunde tas. Tidsåtgång för varje blodprov var mellan 30-60 sekunder. Under tiden blodprovet togs ökades belastningen med $1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. När blodprovet erhållits ombads FP stiga på löpbandet igen för att löpa ytterligare fem minuter på den nya belastningen. Denna process repeterades tills dess att LT hade uppnåtts. Eftersom blodproven analyserades under testets gång kunde FPs laktatansamling erhållas i realtid och därmed kunde belastningsramperna anpassas vid behov. Utefter FPs förmåga eftersträvades 4-6 belastningsökningar för att erhålla

så många parametrar som möjligt för att avgöra om LT nåtts men ett minimum om fyra prover (exkl viloprover) togs.

Vid avslutat test och erhållen data kunde en individuell blodlaktatprofil för respektive FP skapas genom att plottas in hastighet som x-axel, laktat som y_1 -axel och puls som y_2 -axel i en graf och på så vis erhålla en blodlaktatkurva för hastighet och puls (se bilaga 3). Eftersom det inte finns någon given standard för bestämning av LT fastställdes därför fyra olika LT genom fyra olika vanligen använda direkta metoder:

- $LT_{D-max-c}$ - Utifrån kurvan i blodlaktatprofilen kunde $LT_{D-max-c}$ enligt Cheng et al. (1992) beräknas. En polynomfunktion av tredje graden utfördes på kurvan. Därefter drogs en rät linje mellan högsta och lägsta värdet i grafen. Det längsta vinkelräta avståndet från den räta linjen till kurvan var den punkt på kurvan där $LT_{D-max-c}$ kunde identifieras. För att identifiera det längsta avståndet erhöles ekvationer från den räta linjen samt från den polynomfunktionella kurvan som sedan matchades med varandra. (Cheng et al. 1992) (se bilaga 4) Hela förfarandet gjordes i Excel 2011.
- LT_{visual} - En exponentiell ökning av blodlaktatkoncentrationen identifierades genom att observera kurvan visuellt. Den punkt där en kraftig ökning sågs fastställdes vara LT_{visual} . (Skinner & McLellan 1980)
- $LT_{\Delta 1}$ - Erhölls vid den belastning där blodlaktatet ökade med $\leq 1 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ från föregående mätning. (MacDougal, Wenger & Green 1991, s. 81-84)
- $LT_{4.0}$ - Bestämde vara vid den belastning där en blodlaktatkoncentration på 4 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ uppnått. (Heck et al. 1985)

2.4.2 VO_{2max} -test

VO_{2max} mättes med direkt mätning med gas-spirometrisk apparatur av märke Jaeger Oxycon Pro (Carefusion GmbH, Hoechberg, Germany). Testet genomfördes efter blodlaktatetestet men med fem minuters vila där emellan. FP applicerades med andningsmask, märke Hans Rudolph 7450 (2016) som noggrant provats ut med korrekt storlek för att passa FP. Därefter startades testet då FP fick löpa på löpband med successivt ökande belastning. Startbelastningen bestämdes av testledarna utifrån det erhållna resultatet vid laktatetestet samt FPs fysiska

förmåga och träningsstatus. Under testet ökades belastningen med $1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ var 60'e sekund, upp till en hastighet då försöksledarna bedömde att FP fortfarande kunde behålla en god löpteknik. Därefter ökades belastningen genom att öka lutningen på löpbandet med 1 % var 60'e sekund. I slutfasen av testet motiverades FP kraftigt verbalt av testledarna. Testet avslutades när FP antingen själv avbröt testet på grund av utmattning eller när en leveling off av syreupptag sågs. Om FP avbröt testet innan leveling off nåddes tillsågs det istället att tre indirekta kriterier uppfyllts; en hjärtfrekvens på ± 10 slag av beräknad maxpuls (220-ålder), uppskattad ansträngning över 18 enligt BORG-RPE samt en respiratorisk kvot som översteg 1.1. Uppfylldes kriterierna erhöles VO_2 -peak. (Howley, Bassett & Welch 1995). Vid testet noterades även den högsta uppmätta pulsen, HR-peak.

2.4.3 30MTT

Testproceduren utfördes enligt Scott (2001) utformning av testet. FP fick tydliga instruktioner om testets utförande och uppmanades att hålla en relativt jämn hastighet under testet och framför allt undvika en exponentiell ökning av hastigheten under slutfasen av testet. FP utrustades med pulsklocka för att registrera pulsen. Testet föregicks av 5 minuters uppvärmning på valfri belastning och följdes sedan av 2 minuters vila. Därefter startade testet med en belastningsökning upp till tävlingsfart, det vill säga en maximal hastighet som FP trodde sig förmå att springa under 30 minuter. Under hela testets gång kunde FP när som helst meddela försöksledarna om denne önskade att höja eller sänka belastningen men fick ingen vetskap om den aktuella belastningen. Displayen till löpbandet täcktes över så att testledarna inte heller hade vetskap om vilken belastning FP sprang på. Tiden meddelades till FP var femte minut, i övrigt fick FP inte veta kvarvarande tid. Hela testproceduren utfördes på löpband med 1% lutning. Vid avslutat test noterades medelhastigheten för hela testet samt medelpulsen under de 20 sista minuterna. Enligt Scott (2001) bestäms LTV vara vid den erhållna medelhastigheten och LTHF vid den erhållna medelpulsen under de sista 20 minuterna.

2.5 Databearbetning och statistik

Vid behandling, analys samt sammanställning av data användes IBM SPSS Statistics v. 24 och Microsoft Excel 2011. Paired sample t-test användes vid undersökning av skillnad mellan de direkta LT-metoderna och 30MTT för hela urvalet. Eftersom totalt fyra t-test genomfördes med data från 30MTT sattes signifikansnivån till 0.0125 för varje enskilt test för att erhålla en signifikansnivå på <0.05 (Hinton 2004).

Korrelationer mellan respektive direkt LT-metod och 30MTT för hela urvalet undersöktes med Pearsons korrelationskoefficient. All data var normalfördelad. För Pearsons test sattes signifikansnivån till <0.05 .

2.6 Validitet och reliabilitet

Pilottester utfördes inför studien i syfte att öka validitet och reliabilitet. Totalt fick tre individer genomföra pilottester av samtliga tester som ingick i studien.

Protokoll för samtliga test utformades enligt LTIV's befintliga standardiserade protokoll, men justerades och kompletterades utefter pilottesterna (se bilaga 5).

Inför varje testtillfälle kontrollerades temperatur, luftfuktighet och lufttryck i klimatrummet samt att klimatanläggningen av aktiv. Vid laktatröskeltest kalibrerades laktatanalysatorn med en $12 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ kalibreringsvätska. Vid $\text{VO}_{2\text{max}}$ -test kontrollerades mätutrustningen för syreupptagning och gasanalysator samt inflödesmätare kalibrerades. Det kontrollerades även att samma testutrustning användes och var uppställd på samma vis vid samtliga tester. De två testledarna ansvariga för studien var närvarande vid samtliga testutföranden.

FP informerades och ombads förbereda sig inför testerna enligt studiens standardiserade krav. Dessa omfattade bland annat att ingen tung fysisk aktivitet fick förekomma dagen innan testet, inget nikotin eller koffein fick brukas samma dag som testet tills dess att testet var avslutat, ingen större måltid fick förtäras två timmar innan testet samt att vid förekommen sjukdom ombokades testet. Vidare ombads FP att bära lättare träningskläder och löparskor under testerna.

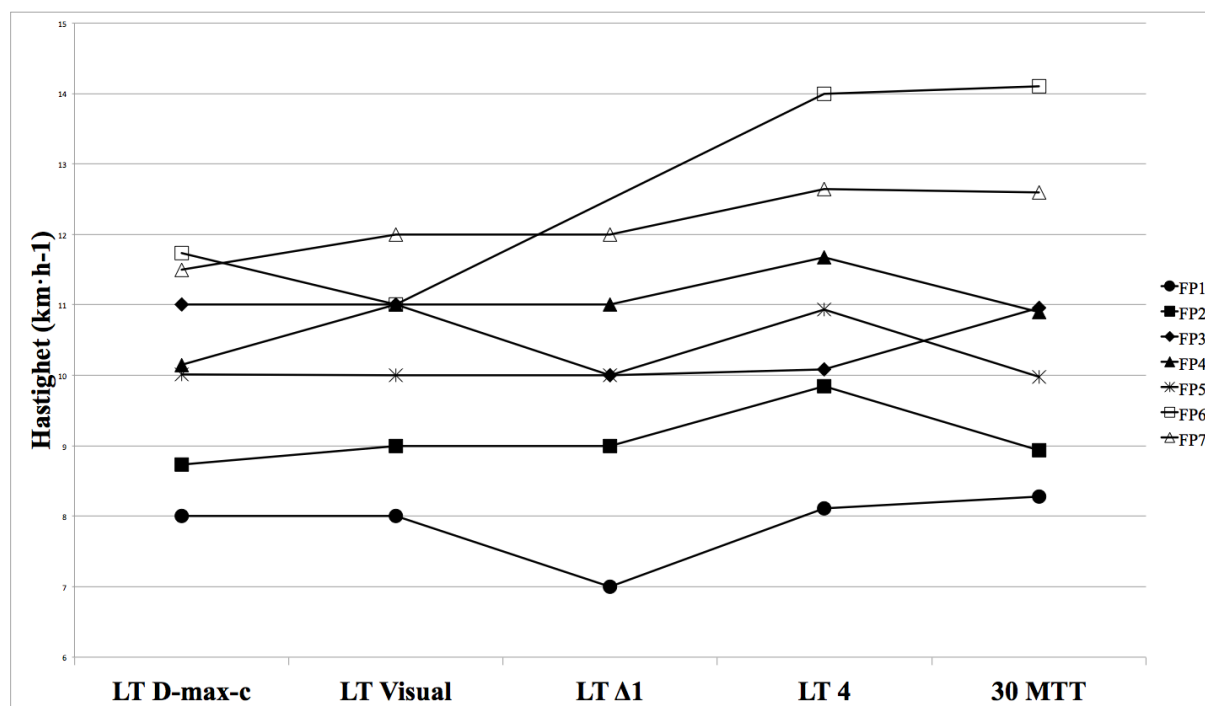
3 Resultat

3.1 Hela urvalet

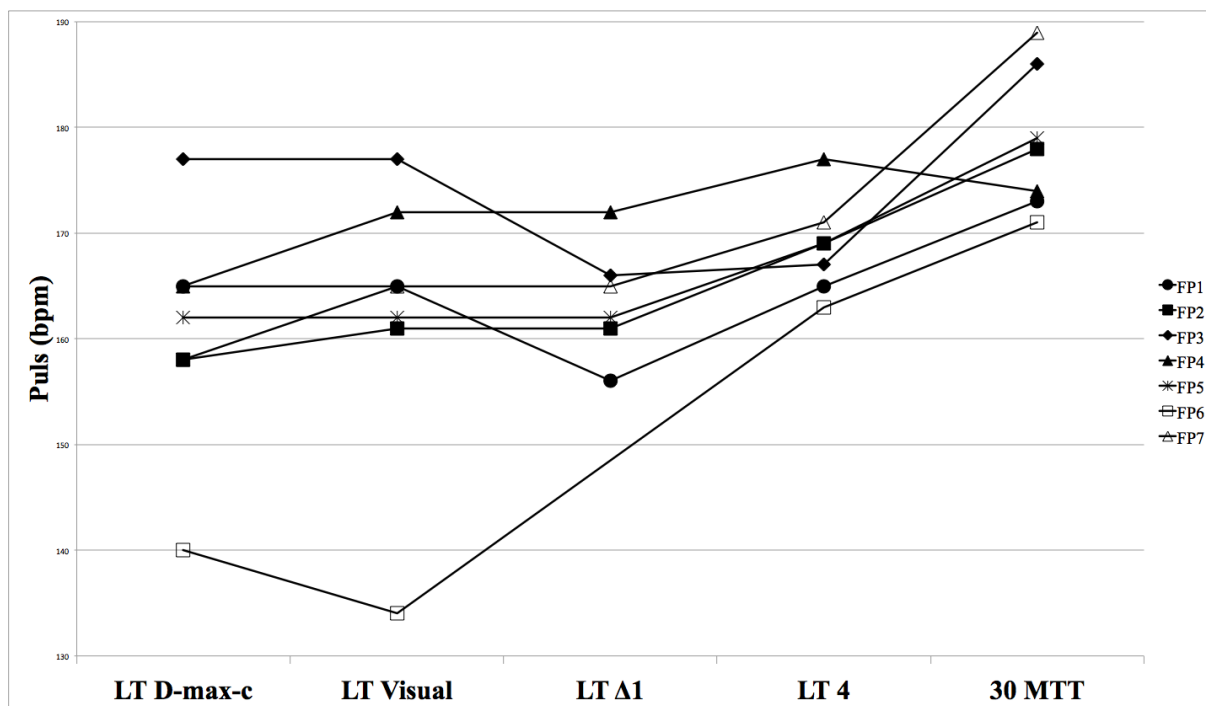
Tio FP deltog i undersökningen men på grund av tre bortfall presenteras resultatet från sju FP. Alla som medverkade genomförde ett LT-test, ett $\text{VO}_{2\text{max}}$ -test samt ett 30MTT-test. En av FP uppfyllde inte kriterierna för $\text{LT}_{\Delta 1}$. För övriga tre direkta metoder kunde LT bestämmas för samtliga testdeltagare. Nedan redovisas resultat för samtliga uppmätta variabler vid direkta och indirekta mätningar. Se tabell 2, figur 1 och figur 2.

Tabell 2. Medelvärden för hela urvalet för hastighet, puls och laktatkoncentration vid LT för samtliga direkta metoder samt 30MTT.

	LT_{D-max-c} (n=7)	LT_{Visual} (n=7)	LT_{Δ1} (n=6)	LT_{4.0} (n=7)	30MTT (n=7)
LTV (km·h ⁻¹)	10.16±1.40	10.28±1.38	9.83±1.72	11.04±1.94	10.82±2.03
LTHR (slag·min ⁻¹)	160.7±11.16	162.3±13.7	163.7±5.4	168.7±4.5	178.6±6.8
Laktatkonc. mmol·L ⁻¹	2,78	2,96	2,65	4	-



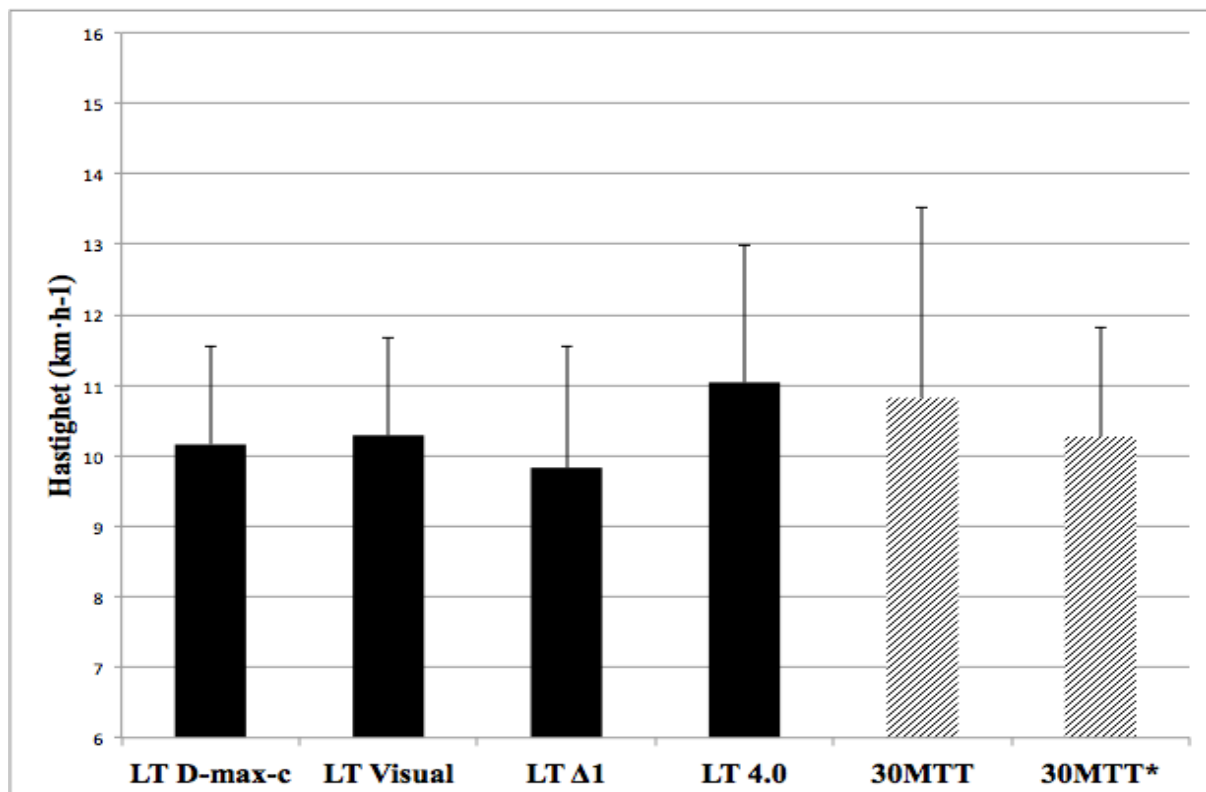
Figur 1 - LTV för respektive FP vid samtliga direkta mätningar och 30MTT.



Figur 2 - LTHF för respektive FP vid samtliga direkta mätningar och 30MTT.

3.1.1 Skillnad vid hastighet

Vid undersökning av skillnad vid hastighet mellan de direkta metoderna och 30MTT sågs inga signifikanta skillnader. Se figur 3.

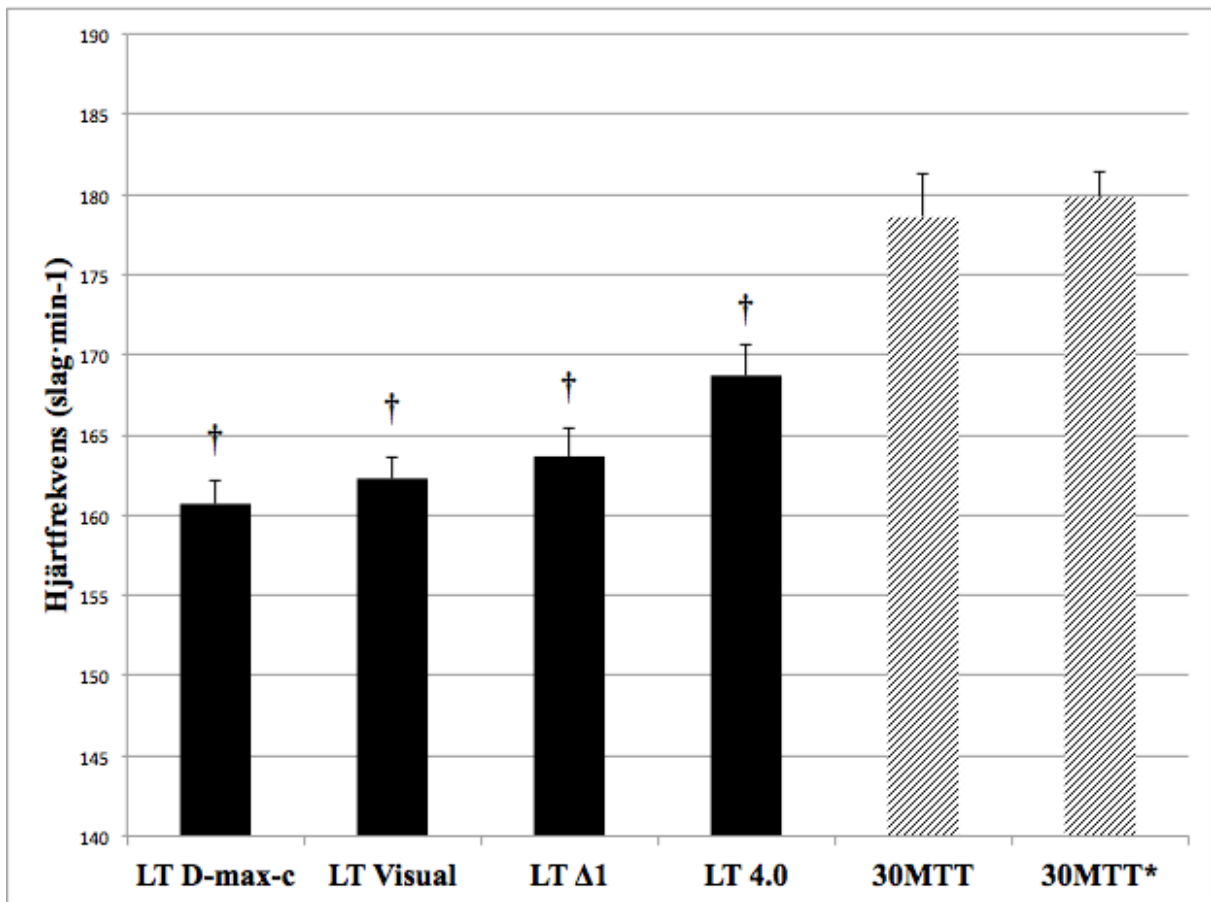


Figur 3 - Skillnad vid hastighet för direkt LT och indirekt LT.

30MTT* justerad för bortfall vid LT_{Δ1}.

3.1.2 Skillnad vid puls

Vid undersökning av skillnad vid puls mellan de direkta metoderna och 30MTT sågs signifikanta skillnader ($p < 0.0125$) där 30MTT överskattade pulsen jämfört med samtliga direkta metoder. För $LT_{D-max-c}$ sågs en skillnad där 30MTT överskattade pulsen med $17,9 \pm 10$ slag·min⁻¹, för LT_{Visual} överskattade 30MTT pulsen med $16,3 \pm 11,7$ slag·min⁻¹. Vid $LT_{\Delta 1}$ sågs en överskattning på $16,2 \pm 7,5$ slag·min⁻¹ för 30MTT och för $LT_{4.0}$ var överskattningen $9,9 \pm 7,3$ slag·min⁻¹. Se figur 4.

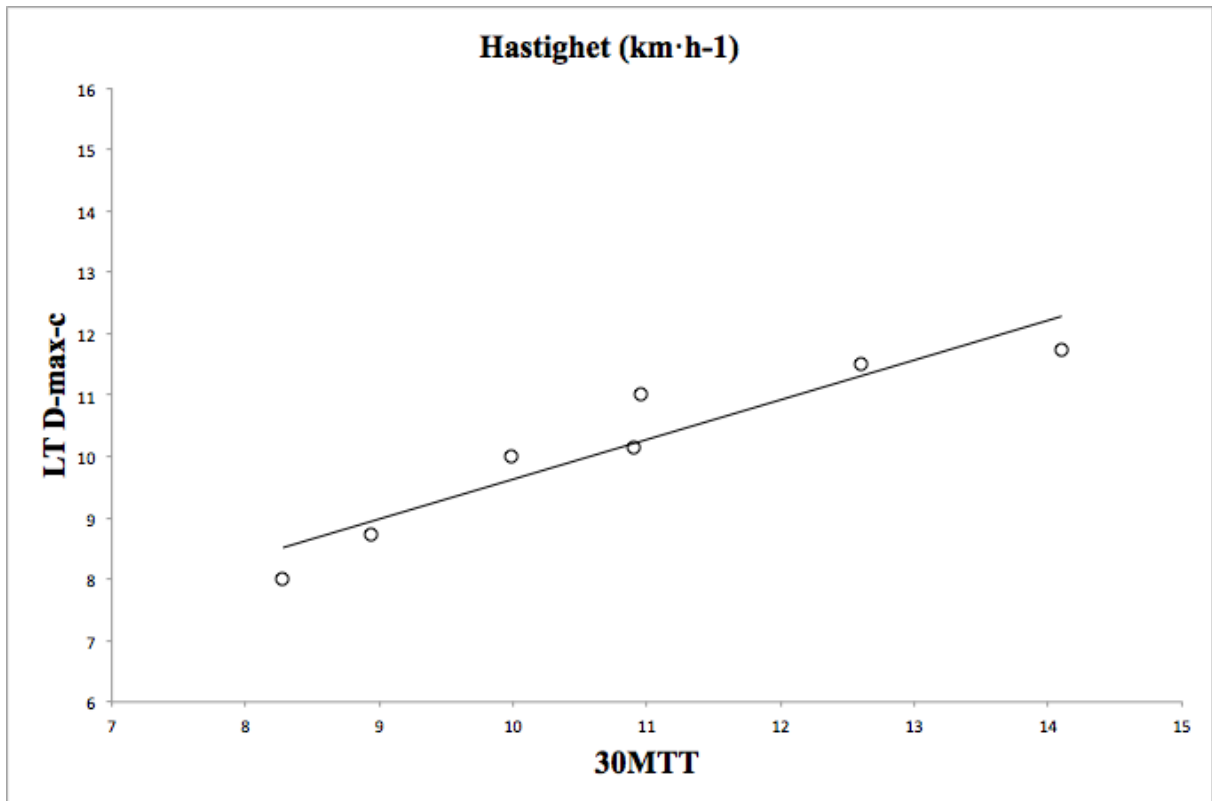


Figur 4 - Skillnad vid HF för direkt LT och indirekt LT (30MTT).

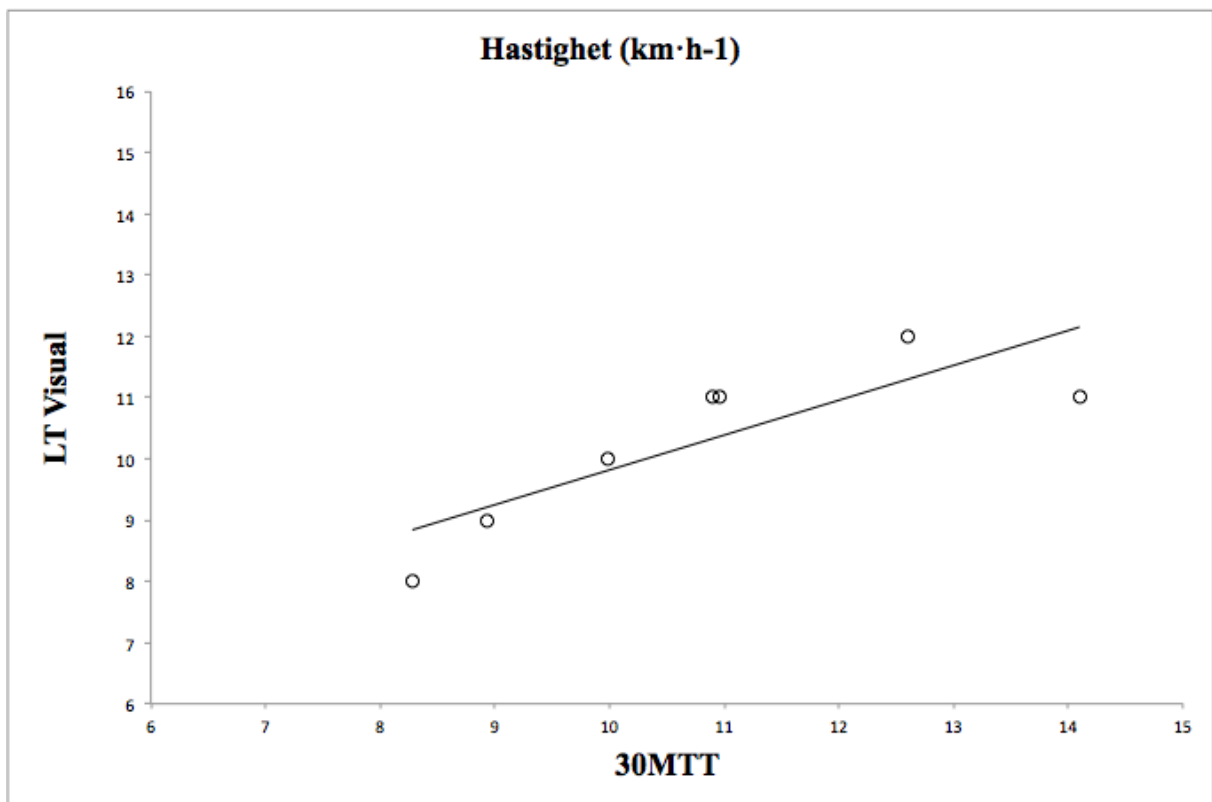
Kors (†) anger signifikant skillnad mellan HF för direkt LT och indirekt LT (30MTT) ($p < 0.0125$). 30MTT* justerad för bortfall vid $LT_{\Delta 1}$.

3.1.3 Samband vid hastighet

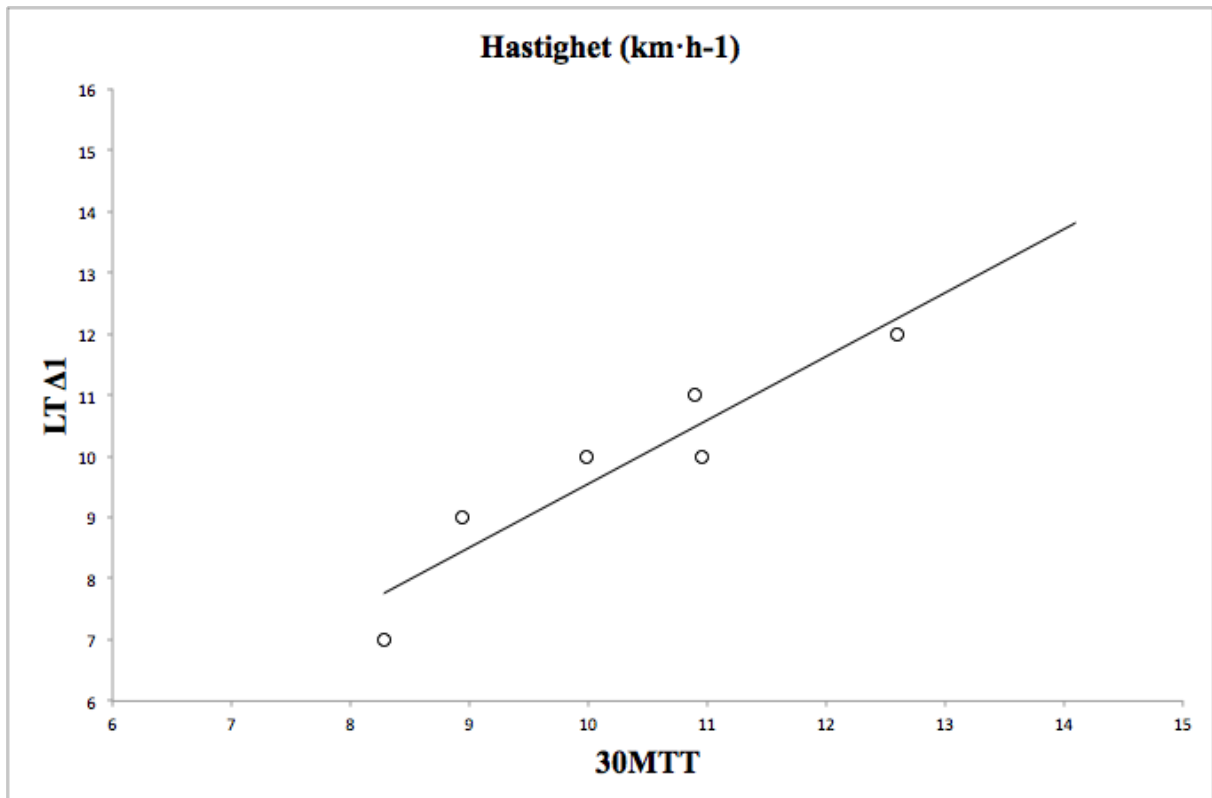
Mellan samtliga direkta LT-metoder och 30MTT sågs starka signifikanta korrelationer vid hastighet. Se figur 5 för $LT_{D-max-c}$, figur 6 för LT_{Visual} , figur 7 för $LT_{\Delta 1}$ samt figur 8 för $LT_{4.0}$.



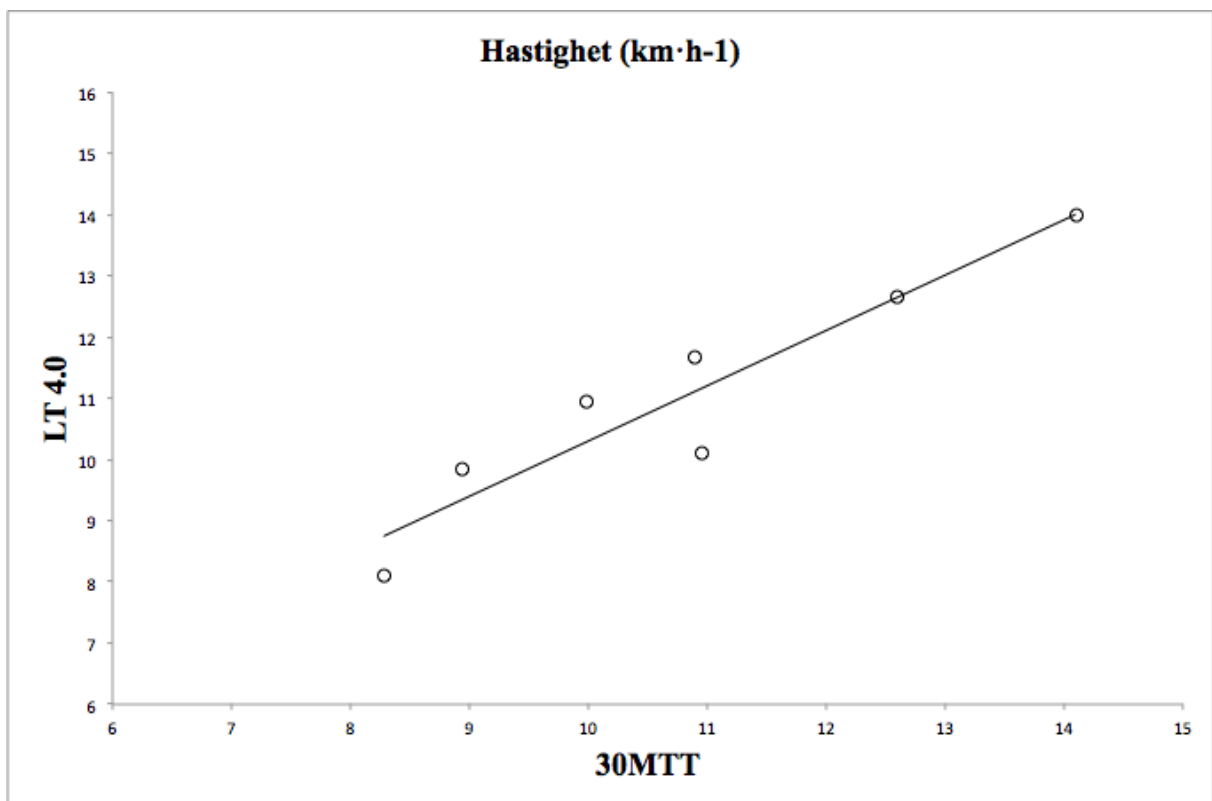
Figur 5 - Korrelation mellan $LT_{D-max-c}$ och 30MTT. Totalt $n=7$, $r=0,94$, $p<0.05$.



Figur 6 - Korrelation mellan LT_{Visual} och 30MTT. Totalt $n=7$, $r=0,84$, $p<0.05$.



Figur 7 - Korrelation mellan $LT_{\Delta 1}$ och 30MTT. Totalt $n=6$, $r=0,94$, $p<0.05$.



Figur 8 - Korrelation mellan $LT_{4.0}$ och 30MTT. Totalt $n=7$, $r=0,94$, $p<0.05$.

3.1.4 Samband vid puls

Inga signifikanta samband sågs mellan samtliga direkta metoder för LT och 30MTT vid puls för hela urvalet.

4. Diskussion

Huvudfokus i denna studie var att undersöka om den indirekta metoden, 30MTT, är en giltig prediktor för bestämmande av LT i förhållande till den direkta metoden, blodlaktatmätning. Eftersom tidigare studier bara undersökt metoden för individer med vad som klassas som hög syreupptagningsförmåga var det även av intresse att undersöka om metoden är giltig för en grupp individer med varierande VO_2 -peak.

På grund av det låga urvalet till följd av bortfallet gick det ej att besvara om huruvida 30MTT var en giltig indirekt metod för individer med låg kondition. Det ursprungliga urvalet för gruppen med låg kondition var initialt lågt med endast fyra FP. På grund av bortfallet återstod endast tre FP varför studien inte kunde dra några slutsatser för denna grupp. Det bör alltså noteras att studien ej erhöll tillräckligt med data för att besvara frågeställningarna "Skiljer sig noggrannheten mellan individer med låg och hög VO_2 -peak i 30 minuters "time trial"-test?" samt "Är 30 minuters "time trial"-metoden giltig för otränade individer?".

Slutsatser för hela urvalet med varierande VO_2 -peak kunde dock göras då studien såg starka signifikanta korrelationer mellan 30MTT och samtliga direkta metoder av LT vid hastighet. Samtidigt fann studien inga skillnader mellan samtliga direkta metoder av LT vid hastighet. Detta tillsammans med de starka sambanden ger en indikation på att metoden är en giltig prediktor för LT vid belastning, löphastighet i detta fall.

Till skillnad från belastningen sågs det motsatta för pulsen. Inga samband men signifikanta skillnader sågs mellan 30MTT och de direkta metoderna.

4.1 30MTT vid hastighet

Vid samband mellan 30MTT och de direkta LT metoderna för LTV sågs starka signifikanta korrelationer på $r=0,94$ för $LT_{D-max-c}$, $0,84$ för LT_{Visual} , $0,94$ för $LT_{\Delta 1}$ och $0,94$ för $LT_{4.0}$. Detta ligger i enighet med tidigare forskning, bland annat McGehee, Tanner och Houmard (2005) som redovisat liknande resultat. Dessutom sågs inga skillnader mellan 30MTT och de direkta metoderna vilket också ligger i enighet med McGehee, Tanner och Houmard (2005) resultat.

Att det inte förelåg några skillnader mellan 30MTT och någon av de direkta metoderna skulle kunna ses som problematiskt då alla direkta metoder skiljer sig från varandra. Troligtvis beror detta på ett för lågt urval. I övrigt tycks 30MTT vara en god indirekt metod för bestämmande belastning vid LT. Vid genomfört 30MTT-test och erhållen LTV kan dock användbarheten vid löpträning diskuteras eftersom man sällan vet sin faktiska hastighet, såvida ett löpband inte används. Å andra sidan innebär resultatet att individer med varierad VO_2 -peak tycks ha en god förmåga att själva uppskatta sin hastighet vid LT.

4.2 30MTT vid puls

För hela urvalet sågs signifikanta skillnader för 30MTT och samtliga av de direkta metoderna. 30MTT tycks överskatta pulsen med mellan 10-18 slag·min⁻¹ beroende på vilken av de direkta metoderna som jämförs. Denna systematiska förskjutning ses även i tidigare studier. Bland annat visar Partridge (2015) i sitt test en förskjutning på i snitt 7 slag·min⁻¹, som visserligen är gjord på cykelergometer men torde vara ett överförbart resultat till löpning. Även McGehee, Tanner och Houmard (2005) såg högre HF på 8 slag·min⁻¹ för $LT_{D-max-c}$ samt 10.3 slag·min⁻¹ för $LT_{\Delta 1}$. Att en signifikant förskjutning ses skulle till stor del kunna förklaras av två faktorer. Dels på grund av den något högre hastigheten vid 30MTT. Trots att resultaten inte visar på signifikanta skillnader vid LTV tycks FP springa på en något högre belastning vid 30MTT jämfört med tre av LT-metoderna på mellan 0.5-1 km·h⁻¹. En sådan ökning i belastningen bör innebära en högre puls. Dessutom kan medelhastigheten varit ytterligare något högre under den period då medelpulsen erhöles jämfört med den totala medelhastigheten under 30 minuter. Den andra faktorn skulle kunna förklaras av kardiovaskulär drift. Detta innebär att pulsen fortsätter stiga vid submaximalt arbete trots att steady-state uppnåtts främst på grund av en förhöjd kroppstemperatur (Wilmore & Costill 2004 s. 225; Kinderman, Simon & Keul 1979). Detta kan då ha en påverkan på pulsen vid 30MTT eftersom registreringen av puls påbörjas först tio minuter efter att testet påbörjats. Som följd av dessa två faktorer erhålls en felaktig puls vid LT. Det bör alltså noteras att FP högst sannolikt springer vid sin LT under 30MTT, detta med stöd från resultaten vid LTV i denna studie och tidigare studier. Detta skapar problem för användbarheten av testet då en erhållen LTHF inte är tillförlitlig och bör således användas med försiktighet som referens vid löpning då man erhåller sin puls, med exempelvis pulsklocka. En intressant notering är att om medelpulsen för hela 30MTTs arbetstid (30min) registrerats hade det möjligtvis gett ett bättre resultat med en mindre förskjutning, men eftersom studien

följde instruktionerna för 30MTT erhöles endast medelpulsen för de sista 20 minuterna och därför kan det bara spekuleras i om det hade givit ett bättre resultat.

4.3 Metoddiskussion

Ett antal brister i studien har identifierats.

Eftersom studien inte kunde erhålla resultat vid samtliga LT-metoder för alla FP var dessa tvungna att exkluderas varför studien fick ett bortfall på tre personer vilket sänkte tillförlitligheten för resultatet. Om alla data erhöles för samtliga FP hade detta stärkt tillförlitligheten något.

För en av FP kunde en av de direkta metoderna, $LT_{\Delta 1}$, inte identifieras. Detta anses dock vara acceptabelt eftersom LT vid de övriga tre metoderna kunde erhöles från FP.

Det säkerställdes inte att första och andra testtillfället för respektive deltagare utfördes vid samma tidpunkt på dygnet. Detta kan ha påverkat resultatet då FP inte haft samma förutsättningar för respektive test. I övrigt försökte studien i största möjliga mån skapa samma förutsättningar för deltagarna. Bland annat genom att be dem att inte förtära någon kraftig måltid två timmar innan testerna, inte bruka nikotin eller koffein samma dag som testerna samt undvika ansträngande fysisk aktivitet dagen innan testerna.

Bestämning av startbelastning vid laktattröskeltestet var delvis bristfällig. Eftersom belastningen bestämdes utifrån diskussion mellan testledare och FP där denne uppskattade sin dåvarande fysiska kapacitet kunde det ske en under- eller överskattning. Detta föranledde vid några tillfällen en felaktig startbelastning där FP antingen började på för låg eller för hög belastning. Vid en för hög belastning ledde detta till att FP nådde utmattning innan tillräckligt många blodprov kunde erhöles. Som följd blev det svårt att säkerställa en tröskel på vissa av FP, samt att en tröskel för samtliga LT-metoder ($LT_{\Delta 1}$) inte kunde erhöles. Vid de tillfällen då testet startades med för låg belastning fick FP löpa längre än nödvändigt. Detta kan ha haft inverkan på det efterkommande VO_{2max} -testet då man bör vara utvilad för ett korrekt resultat (Bellardini, Henriksson & Tonkonogi 2009, s. 38).

En förbättring av metoden hade varit att FP fått genomföra det indirekta testet, 30MTT, först i ordningen för att på så vis lättare kunna utvärdera FPs fysiska förmåga till LT-testet. En mer korrekt startbelastning hade således kunnat bestämmas.

Alternativt hade test-retest genomförts vid första testtillfället för samtliga FP. Detta hade gett testledarna möjlighet att korrigera bland annat startbelastning samt att FP hade känt sig mer familjär med testerna.

Det kan diskuteras huruvida ett urval på sju FP var tillräckligt men eftersom de erhållna värdena för de sju FP var fullständiga, bortsett från $LT_{\Delta 1}$ för en FP, tillsammans med resultaten som visade på starka korrelationer och inga signifikanta skillnader kan resultaten ändå anses vara fullgoda för att dra slutsatser, om än med viss försiktighet.

Utifrån studiens syfte eftersöktes individer med antingen hög eller låg kondition att delta i studien. Detta blev problematiskt då det var svårt att finna intressenter med låg kondition som var villiga att genomföra studiens fysiskt krävande tester. Eftersom ett specifikt urval eftersöktes valdes vissa intressenter bort då de ansågs ligga "mitt emellan" de kriterier som krävdes för att delta i studien. Fler FP hade med största sannolikhet gett en bättre representation av en population och hade därmed även sannolikt stärkt tillförlitligheten i mätningarna.

Under 30MTT-testet täcktes displayen till löpbandet över vilket medförde att varken testledarna eller FP hade någon vetskap om vilken hastighet FP sprang på. Under testet motiverades FP av testledarna att löpa så snabbt denne förmådde under 30 minuter, men på grund av okänd hastighet medförde detta att oavsett om FP löpte under eller över sin LT var graden av motivation alltid densamma vilket kan ses som en styrka i studien.

Vid VO_{2max} -testet tillsågs att FP utrustades med en mask av korrekt storlek. Det var av största vikt att rätt storlek på masken användes så att ingen luft läckte ut vilket kunde ge felaktiga värden. Därför testades tätheten på masken genom att hålla för utandningsvägen samtidigt som FP andades ut. Masken godkändes för test då ingen luft läckte ut.

Vidare användes samma mätutrustning för samtliga test vilket förstärker reliabiliteten. Eventuella variationer i resultaten mellan test ett och två är inte till följd av att utrustningen inte är densamma.

Vidare finns det brister med respektive LT metod. Det finns forskning som tyder på att $LT_{D_{max-c}}$ inte är applicerbar för att mäta idrottslig prestation (de Oliveira Pires et al. 2006). LT_{Visual} är inte oberoende av vem som urskiljer tröskeln, därmed sjunker interbedömmarrelabiliteten (Skinner & McLellan 1980). $LT_{4.0}$ tar inte hänsyn till de individuella skillnaderna och har bland annat en tendens att överskatta tröskeln för individer med en hög aerob förmåga och underskatta för de med en hög anaerob förmåga. (Heck et al 1976, s. 109-112)

En styrka med studien blir därför nyttjandet av fyra metoder för fastställande av LT. Brister kan identifieras för respektive LT-metod men eftersom fyra metoder nyttjades förbättrades säkerställningen av jämförelser till den indirekta metoden 30MTT. En enskild bristande faktor för en LT-metod blir inte lika avgörande för det slutgiltiga resultatet.

Alla tester genomfördes i LTIVs klimatrum vilket möjliggjorde säkerställning av likvärdiga klimatförhållanden för samtliga test. Därmed kunde det omgivande klimatet uteslutas som en potentiell faktor till eventuella variationer i resultaten mellan första och andra testet.

4.4 Konklusion

Sammanfattningsvis tycks 30MTT vara en reliabel metod för uppskattning av LTV i en grupp med varierad VO_2 -peak. Ett samband mellan 30MTT och samtliga direkta LT metoder finns för LTV. Detsamma kan dock inte sägas för LTHF där en systematisk förskjutning av HF syns.

Ett samband för LTV mellan 30MTT och direkta mätning av LT har påvisats i denna samt tidigare studie av McGehee, Tanner och Houmard (2005). Baserat på detta lämpar sig användande av 30MTT bäst på löpband eller annan träningsutrustning där hastigheten erhålls. Att basera puls zoner utifrån 30MTT är dock inte en reliabel metod enligt studiens resultat då 30MTT inte tycks vara giltig för att uppskatta LTHF. Som tidigare studier visat tycks dock 30MTT vara den indirekta metod som lämpar sig bäst för bestämning av både LTV och LTHF. (McGehee, Tanner & Houmard 2005). Man bör dock använda metoden med viss försiktighet vid bestämmande av LTHF.

Det bör också noteras att utifrån resultaten tycks man springa vid sin LT under 30MTT vilket kan innebära att alla individer oavsett syreupptagningsförmåga och löpvana verkar ha en god förmåga att själva uppskatta sin LT vid löpning under en duration på 30 minuter.

För individer med begränsade möjligheter att genomföra direkta LT mätningar kan 30MTT därför vara ett bra alternativ. Detta gäller i synnerhet LTV då en systematisk förskjutning för LTHF kan ses. Enkelheten i 30MTT möjliggör nyttjandet av testet för alla som vill erhålla sin LT. Dessutom innebär enkelheten av testet att möjligheten för uppföljning blir lättare till skillnad från blodlaktatmätning. Detta kan vara särskilt användbart för otränade individer då de har visats kunna höja sin tröskel med 50 % på sex veckor (Bellardini, Henriksson &

Tonkonogi 2009. s. 52). För att då optimera sin träning kan det vara bra att kontinuerligt testa sin LT för att anpassa träningen efter sin nuvarande kapacitet.

På grund av det låga urvalet bör det dock uppmärksammas att resultaten och diskussionen kring dessa tolkas med viss försiktighet.

Huruvida metoden 30MTT är en giltig metod för bestämmande av LT för individer med låg syreupptagningsförmåga lämnas obesvarat på grund av det låga urvalet, likaså om det finns en skillnad i noggrannheten mellan grupper av låg och hög syreupptagningsförmåga.

För framtida studier hade det varit intressant att validitetstesta en variant på 30MTT där medelpuls för hela testet används som LTHF. Detta eftersom en medelpuls för hela testets duration med största sannolikhet hade varit lägre än den medelpuls som mätts de sista 20 minuterna. Högst troligt hade då LTHF för 30MTT varit betydligt närmre LTHF vid direkt mätning. Detta hade eventuellt breddat användningsområdet för LTHF enligt 30MTT, exempelvis vid användande av pulszoner inom intervallträning då en kardiovaskulär drift inte är lika påtaglig. Det hade även varit av intresse att undersöka metoden på en större grupp individer med låg syreupptagningsförmåga.

Käll- och litteraturförteckning

Allen, W.K., Seals, D.R., Hurley, B.R., Ehsani, A.A. & Hagberg, J.M. (1985). *Lactate threshold and distance-running performance in young and older endurance athletes*. St Louis: Section of Applied Physiology, Department of Medicine Washington University School of Medicine

Bellardini, H., Henriksson, A. & Tonkonogi, M. (2009). *Tester och mätmetoder för idrott och hälsa*. Sisu idrottsböcker: Lettland.

Billat, V.L. (2001). Interval training for performance: A scientific and empirical practice. Special recommendations for middle and long distance running. Part I: Aerobic interval training. *Sports Medicine*, 31(1). 13–31.

Bishop, D., Jenkins, D.G. & Mackinnon, L.T. (1998). The relationship between plasma lactate parameters, W_{peak} and 1-h cycling performance in women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(8), ss. 1270-1275.

Borg G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2, 92-98.

Cheng, B., Kuipers, H., Snyder, A.C., Keizer, H.A., Jeukendrup, A. & Hesselink, M. (1992). A New Approach for the Determination of Ventilatory and Lactate Thresholds. *International Journal of Sports Medicine*, 13(7), 518-522.

Coyle, E.F., Coggan, A.R., Hopper, M.K. & Walters, T.J. (1988). Determinants of endurance in well-trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, 64(6), ss. 2622-2630.

Czuba, M., Zając, A., Cholewa, J., Poprzęcki, S., Waśkiewicz, Z. & Mikołajec, K. (2009). Lactate Threshold (D-Max Method) and Maximal Lactate Steady State in Cyclists. *Journal of Human Kinetic*, 21, 49–56.

de Oliveira Pires, F., Lima Silva, A.E., Laurito Gagliardi, J.F., Vilela Barros, R. & Peduti Dal' Molin Kiss, M.A. (2006). Characterization of the blood lactate curve and applicability of

the Dmax model in a progressive protocol on treadmill. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12(2).

Faude, O., Kindermann, W. & Meyer, T. (2009). Lactate threshold concepts - How valid are they? *Sports Medicine*, 39(6), pp 469-490.

Hans Rudolph http://www.rudolphkc.com/product_detail.php?id=181 [2016-05-09]

Heck, H., Mader, A., Hess, G., Mücke, S., Müller, R. & Hollmann, W. (1985). Justification of the 4mmol/l lactate threshold. *International Journal of Sports Medicine*, 06(3). 117-130.

Hinton, P.R. (2004). *Statistics explained*. London New York: Routledge.

Hollmann, W. (1963). *Maximal and endurance performance capacity of untrained and endurance-trained persons*. Barth: Munich.

Howley E.T., Bassett, D.R. & Welch, H.G. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 27 1292-1301.

James, D.V., Sandals, L.E., Draper, S.B. & Wood, D.M. (2007). Relationship between maximal oxygen uptake and oxygen uptake attained during treadmill middle-distance running. *Journal of Sports Science*, 25(8). 851-8.

Jones, A. (2006). The Physiology of the World Record Holder for the Women's Marathon. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 1(2).

Lander, P.J., Butterly, R.J. & Edwards, A.M. (2009). Self-paced exercise is less physically challenging than enforced constant pace exercise of the same intensity: influence of complex central metabolic control. *British Journal of Sports Medicine*, 43. ss. 789-795.

MacDougall, J.D., Wenger, H.A. & Green, H.J. (1992). *Physiological testing of high performance athletes: 2nd edition*. Sydney: Australian institute of sports.

Martin, D. & Coe, P. (1997). *Better Training for Distance Runners: 2nd Edition*. Champaign: Human Kinetics.

McGehee, J.C., Tanner, C.J. & Hourmard, J.A. (2005). A Comparison of methods for estimating the lactate threshold. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3). ss. 553-558.

Montain, S.J. & Coyle, E.F. (1992). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *Journal of Applied Physiology*. 73(4). 1340-1350.

Noakes, T. (2003). *Lore of Running. Discover the Science and Spirit of Running, 4th edition*. Champaign: Human Kinetics.

Partridge, S.M. (2015). *A field test for estimation of heart rate at lactate threshold: The 30-minute cycling time trial*. Corvallis: Oregon state University.

Saltin, B., Kim, C.K., Terrados, N., Larsen, H., Svedenhag, J. & Rolf, C.J. (1995). Morphology, enzyme activities and buffer capacity in leg muscles of Kenyan and Scandinavian runners. *Scandinavian Journal of Medicine and Sports*, 5. 222–230.

Scott, D. (2001) Determining your lactate threshold. *Inside Triathlon*. 16(40).

Sjödin, B. & Jacobs, I. (1981). *Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance*. *International Journal of Sports Medicine*, 2(1). ss. 23-26.

Skinner, J.S. & McLellan, T.H. (1980). The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Research quarterly for exercise & sport*, 51(1). 234-48.

Tanner, R.K. & Gore, C.J. (2013). *Physiological tests for elite athletes. Second edition*. Lower Mitcham: Australian institute of sport.

Taylor, H.L., Buskirk, E. & Henschel, A. (1955). Maximal Oxygen Intake as an Objective Measure of Cardio-Respiratory Performance. *Journal of Applied Physiology*. 8(1). 73-80.

Wilmore, J.H & Costill, D.L. (2004). *Physiology of sports and exercise*. Human kinetics 3rd edition.

Bilaga 1

Litteratursökning

Syfte och frågeställningar: Syftet med studien var att undersöka noggrannheten av uppskattning av laktattrösklar i 30-minuters "time trial"-test i förhållande till fastställda laktattrösklar med hjälp av uppmätta blodlaktatnivåer samt om metoden är applicerbar på individer med varierande VO_2 -peak.

(1) Är 30MTT en giltig indirekt metod för fastställande av LT för grupp med varierande VO_2 -peak? (2) Skiljer sig noggrannheten mellan individer med låg och hög VO_2 -peak i 30 minuters "time trial"-test? (3) Är 30MTT-metoden giltig för otränade individer?

Vilka sökord har du använt?

Här skriver du vilka sökord/ämnesord du har använt, både de svenska och engelska.

Lactate threshold

Laktat

Laktattröskel

Syreupptagning

Laktat och prestation

Lactate performance

Lactate oxygen uptake

Direct indirect lactate running

VO2max VO2peak

Cardiovascular drift

Var har du sökt?

Pubmed, Google Scholar

Sökningar som gav relevant resultat

Pubmed & Google scholar: Lactate performance

Pubmed & Google scholar: Lactate threshold

Pubmed & Google scholar: Lactate running

Pubmed & Google scholar: VO2max VO2peak

Pubmed & Google scholar: Cardiovascular drift

Kommentarer

Lätt att hitta bra material.

Hittade även material i Physiology of sports and exercise.

Bilaga 2

Informationsbrev

Studier har visat att man på ett effektivt sätt kan uppskatta mjölksytratröskeln hos tränade individer utan att mäta mjölksyran i blodet. Genom ett 30 minuters löptest kan tröskeln beräknas fram, det är dock okänt hur väl testet fungerar på otränade individer.

Undersökningen består av tre separata tester vid två olika tillfällen. Vid första testet kommer enklare blodprov att tas, cirka fem stycken till antalet. Blodproven tas i fingertopparna med hjälp av en lansett. Det kommer att följas av ett test för att mäta din maximala syreupptagningsförmåga, ett s.k. maxtest. Då kommer du som testdeltagare att bära en mask som mäter din syreupptagning.

Vid det andra testtillfället kommer ett 30 minuters "time trial"-test att genomföras, där du som testdeltagare kommer löpa i högsta möjliga hastighet i 30 minuter.

Varje testtillfälle beräknas ta 45-60 minuter, detta inkluderar en kortare genomgång och uppvärmning.

Uppmätt data kommer ingå i en uppsats på c-nivå och publiceras på GIH's nätverk. Du som deltagare är dock helt anonym och all uppmätt data kommer aidentifieras.

Vidare är ditt deltagande helt frivilligt och du kan när som helst avbryta testerna utan att ange orsak.

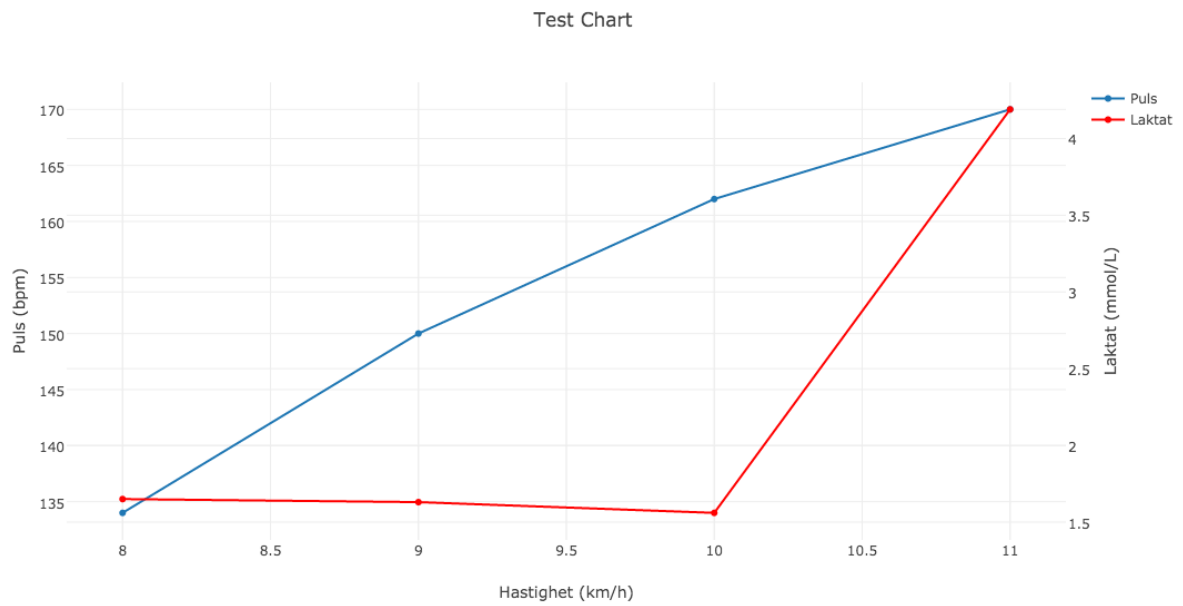
Härmed samtycker jag att mina uppgifter från tester får användas anonymt för sammanställning av data. Jag är medveten om att jag deltar på egen risk, vilket innebär att GIH inte har någon olycksförsäkring som täcker eventuella skador som uppstår i samband med testerna.

Underskrift: _____

Datum: _____

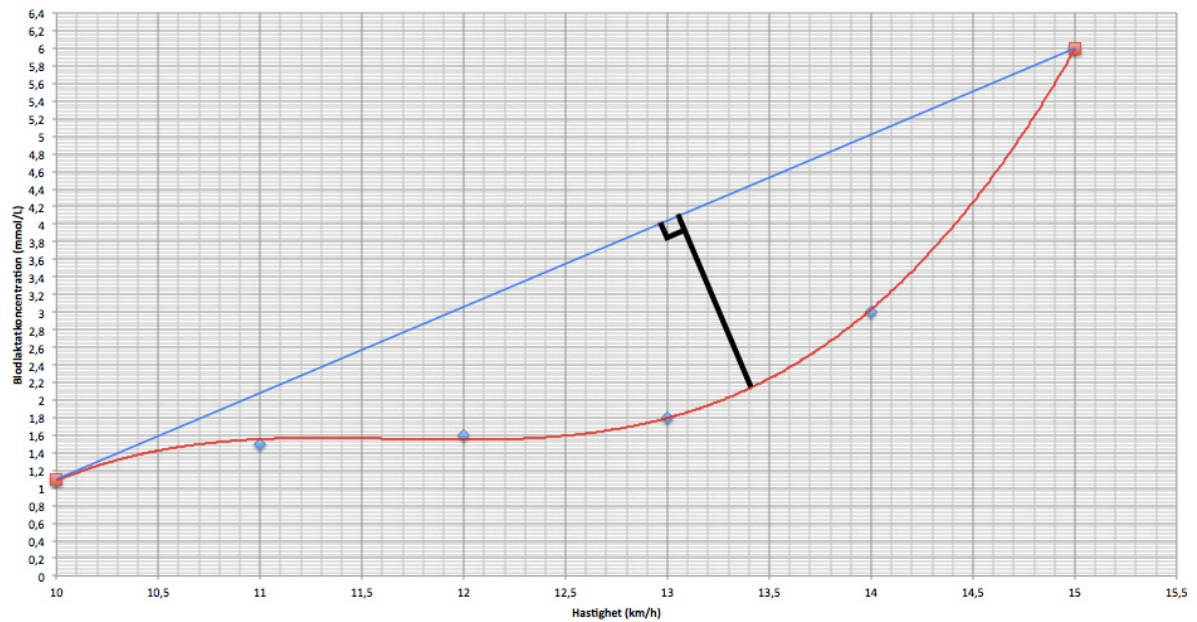
Namnförtydligande: _____

Bilaga 3



Exempel på individuell blodlaktatprofil. Varje röd punkt anger laktatkoncentration i blodet vid den givna hastigheten och varje blå punkt anger pulsen vid den givna hastigheten.

Bilaga 4



Beräkning av LT_{Dmax} utifrån blodlaktatkurva. Tredje gradens polynomfunktion utfördes på kurvan (röd linje) varvid en ekvation erhöles. En rät linje drogs mellan lägsta och högsta värdet (blå linje) varvid ekvation erhöles. De båda ekvationerna matchades varvid det längsta vinkelräta avståndet från rät linje till kurva kunde identifieras (svart linje).

Bilaga 5

Testprotokoll

Namn:	Personnr:
Vikt:	E-post:
Längd:	Arbetsform:
Datum:	Övrigt:

Typ: Submax Tröskeltest

Prov / Minut	Hastighet (km/h)	Lutning (%)	Puls (bpm)	RPE-20 (andning)	RPE-20 (ben)	Laktat (mmol)
1 / 0	-	-				
2 / 5		1				
3 / 10		1				
4 / 15		1				
5 / 20		1				
6 / 25		1				
7 / 30		1				
8 / 35		1				

Typ: VO₂-maxtest

Tid (min)	Hastighet (km/h)	Lutning (%)	Puls (bpm)	VO ₂ (ml/kg/min)	RER	Kommentar
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

Typ: 30 min time trial

Tid (min)	Hastighet (km/h)	Distans (m)	Puls (bpm)	Kommentar
5				
10				
15				
20				
25				
30				
Medelhastighet 0-30 min (km/h):				
Medelpuls 10-30min (bpm):				