

TESTING AV UTHOLDENHET;

Av: Erlend Hem og Svein Leirstein

Testing av utholdenhet gjennomføres ved kartlegging av utvalgte fysiske eller fysiologiske parametere under arbeid. Riktig testing gir objektiv og verdifull informasjon om effekten av nedlagt trening og et velregissert testbatteri er en naturlig del av et seriøst treningsprogram. Dersom testing benyttes, forutsettes det imidlertid at;

- Testen er valid,
- arbeidsbetingelsene kan kontrolleres,
- måleutstyret gir korrekte verdier og
- testpersonen stiller likt forberedt fra gang til gang.

Dersom man ønsker å få spesifikk informasjon om en utøvers utholdenhet gjennom testing, må testen(e) være valid(e). Det betyr at kombinasjonen av nedlagt arbeid og målte fysiske/fysiologiske parametere gir oss spesifikk informasjon knyttet til utøverens utholdenhet.

Arbeidsbetingelsene under en test innbefatter alle fysiske forhold som påvirker stresset utøveren utsettes for. Belastningsforløp, temperatur, løpsunderlag, osv. er alle eksempler på forhold som påvirker det fysiologiske stresset. Slike betingelser må kontrolleres, slik at man ved retesting kan reprodusere den fysiske påvirkningen. Alle typer testing krever derfor at man har en detaljert og gjennomtenkt testprotokoll.

Alt måleutstyr som benyttes under en test må kontrolleres nøye før bruk. Noen instrumenter har stor presisjon, mens andre kan ha (for) stor grad av usikkerhet. Svært mange instrumenter har uavhengig av presisjonen en viss drift innenfor sitt måleområde. Kalibrering må derfor gjennomføres dersom det finnes kalibrerings-muligheter. Ulike instrumenter kan også gi svært ulike analysesvar på samme fysiologiske parameter. Man bør derfor ikke variere instrumentbruk fra en test til neste.

Utøveren som skal testes må påse at forberedelsene til test er mest mulig lik fra gang til gang. Dette betyr; Ingen hard trening dagen før test, ingen trening tidligere på testdagen, tilstrekkelig med tid etter måltid og tilstrekkelig med hvile og søvn i dagene før test. Det er også utøverens ansvar at han/hun stiller med mest mulig lik bekledning/sko fra gang til gang.

På bakgrunn av de nevnte forutsetninger, vil flere av idrettens egne test-begreper ikke inngå i vår definisjon av **testing av utholdenhet**. Innen utholdenhetsidrett er f.eks omfanget av såkalt felttesting blitt svært utbredt. Mye av denne virksomheten består av kartlegging av utvalgte fysiologiske parametere under trening. Arbeidsbetingelsene under en treningsøkt kan imidlertid sjelden rekonstrueres 100%, og vi definerer dette som feltmålinger, - og ikke testing.

Den følgende gjennomgangen av ulike metoder for **testing av utholdenhet** vil derfor utelukkende ta for seg våre standardiserte testprotokoller. Testene gjennomføres på OLT's testlaboratorium eller under "laboratorie-like" forhold, og vi benytter ergometere hvor arbeidsbetingelsene er etterprøvbare. Protokollene er utviklet med utgangspunkt i strenge vitenskapelige kvalitetskrav og i tett samarbeid med idrettene.

Alle testprotokollene har til hensikt å kartlegge en eller flere av følgende utholdenhetsspesifikke egenskaper; Maksimalt oksygenopptak (Vo_{2max}), maksimal hjertefrekvens (HF_{maks}) og testing av laktattoleranse ved ulike submaksimale

belastninger (laktatprofiltest).

Testing av maksimalt oksygenopptak og maksimal hjertefrekvens:

Ved OLT's testlaboratorium er måling av Vo_{2maks} nærmest obligatorisk for alle kategorier utøvere. Vo_{2maks} er et mål for kroppens maksimale evne til aerob energifrigjøring ved et gitt arbeid og vil variere avhengig av arbeidsform. Vi legger derfor vekt på å teste utøverne mest mulig spesifikt, og laboratoriet har i dag en rekke forskjellige testergometere.

Vi har ingen egen test for bestemmelse av HF_{maks} , men høyeste HF under Vo_{2maks} -testen legges inn i basen. Denne verdien vil erfaringsmessig være noe lavere enn utøverens egentlige HF_{maks} . Dersom utøveren bruker HF_{maks} i sin trenings-planlegging, gjøres det en totalvurdering av testen sammen med utøver/trener og HF_{maks} estimeres.

Selv om idrettsspesifikke krav har påvirket våre testprotokoller, følger de en felles mal. Følgende generelle rammebetingelser gjelder derfor for de aller fleste av våre Vo_{2max} -tester ;

- Det skal foretas en god og variert oppvarming. Varigheten bør være på minimum 20 minutter og utøveren er selv ansvarlig for gjennomføringen. Dersom Vo_{2maks} måles i etterkant av en laktatprofiltest, gis det noen minutters hvile før Vo_{2maks} -testen igangsettes. Lengden på hvilen må settes etter skjønn og i samarbeid med utøveren. Det er imidlertid viktig at pausen ikke blir for lang.

- De fleste Vo_{2maks} -protokollene vi benytter gjennomføres som en "trappetest",- dvs. at belastningen økes ved fastsatte tidspunkter og med faste belastningstrinn. Dersom utøveren er testet før, er belastningsoppsettet gitt. Er utøveren "ny", må man foreta et skjønnsmessig valg i samarbeid med trener og utøver.

- Arbeidets varighet ligger normalt i området 4 til 6 minutter. Siste belastnings-trinn skal holdes i minimum ett minutt. Denne forutsetningen gjøres kjent for utøveren før teststart og det er utøverens ansvar å signalisere underveis når denne belastningen er nådd.

- Utøveren sekunderes kontinuerlig i forhold til målte verdier og presses (som regel og dersom mulig) til utmattelse. Vo_{2max} , belastningsforløp og tid til utmattelse logges inn i databasen sammen med utvalgte parametere.

På de neste sidene gis en oversikt over de ulike protokollene vi benytter under testing av Vo_{2max} .

Testprotokoller (Vo_{2maks}-testing);

Løp – *Woodway tredemølle.*

Idrettsgren og personlige ønsker (trener/utøver)
bestemmer valg av helningsvinkel;

1,75%; friidrett og triathlon
5,25%; friidrett, ballspill og "diverse".
10,5%; de fleste skigrener og orientering.
21%; enkelte langrensløpere.

Vo₂ måles gjennom hele testen.

Trinnvis økning med normalt 1,0 km/t. hvert minutt (evt. ½ km/t på slutten).

Siste belastning holdes minimum 1 minutt.

Gjennomføres til utmattelse.

Høyeste gjennomsnitt over ett sammenhengende minutt defineres som Vo_{2maks}.

Hele belastningsforløpet legges inn i databasen.

Sykkel – *Lode sykkelergometer.*

Benyttes primært av syklister, triathleter og skøyteløpere.

Tråkkfrekvens; fri (normalt over 90 rpm).

Vo₂ måles gjennom hele testen.

Trinnvis økning (20 watt (k) og 25 watt (m)) hvert ½ minutt.

Siste belastning holdes minimum 1 minutt.

Gjennomføres til utmattelse.

Høyeste gjennomsnitt over ett sammenhengende minutt defineres som Vo_{2maks}.

Hele belastningsforløpet legges inn i databasen.

Roing – *Concept roergometer.*

Benyttes utelukkende av roere.

Vo₂ måles gjennom hele testen.

Trinnvis økning med 50 watt hvert ½ minutt (evt. 25 watt på slutten).

Belastningen styres av utøver.

Siste belastning holdes minimum 1 minutt.

Gjennomføres til utmattelse.

Høyeste gjennomsnitt over ett sammenhengende minutt defineres som Vo_{2maks}.

"Høyeste watt og arbeidstid legges inn i databasen.

Padling – *Concept* padleergometer.

Benyttes utelukkende av padlere.

Vo₂ måles gjennom hele testen.

"1500 meters konkurranse med kontrollert utgang" (ca. 5 min).

Høyeste gjennomsnitt over ett sammenhengende minutt defineres som Vo_{2maks}.

Belastningsforløpet logges.

Pigging – modifisert svømmeergometer.

Benyttes av ulike handicaputøvere.

Vo₂ måles gjennom hele testen.

5 minutters maksimalt arbeid.

Høyeste gjennomsnitt over ett sammenhengende minutt defineres som Vo_{2maks}.

Hele belastningsforløpet legges inn i databasen.

Rulleskigåing – Spesiallaget tredemølle (x)

Benyttes utelukkende av skøytende skiløpere (langrenn, skiskyting og kombinert).

Ulike protokoller er under utprøving.

Gjennomgang av en Vo_{2maks} -test;

En Vo_{2maks} -test varer som nevnt normalt 4 til 6 minutter. Ekspirasjonsluften analyseres kontinuerlig (vi benytter gjennomsnittsmålinger hvert halve minutt) og dagens analysatorer gir oss muligheten til å følge en rekke respirasjonsfysiologiske parametere i tillegg til Vo_2 underveis. Vi forholder oss imidlertid som regel kun til RER (respiratorisk utvekslings kvotient) og Ve (ekspirert ventilasjon), da disse gir oss verdifull støtteinformasjon både underveis og etter test. Under testen foretas det en kontinuerlig vurdering av de nevnte parametere i forhold til belastningsnivå,- samt utøvers tilbakemeldinger, teknikk og øvrig kroppsspråk.

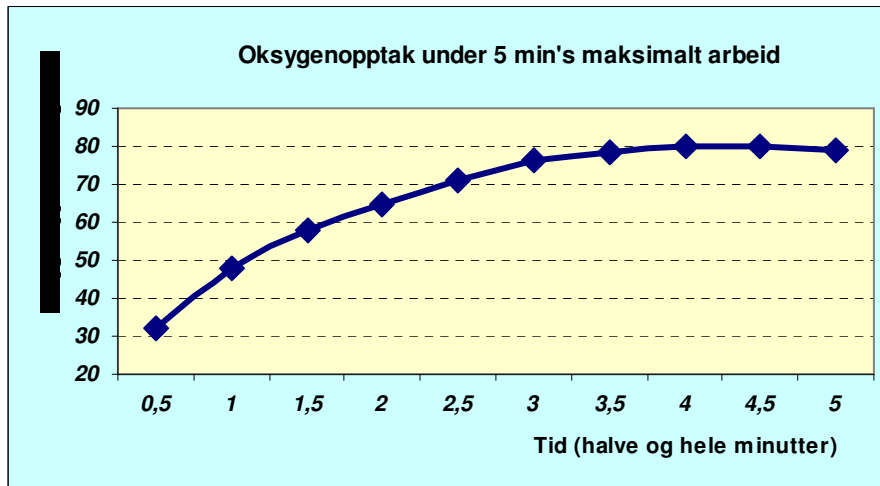
Grunnen til at vi benytter gjennomsnittsmålinger hvert 30. sekund skyldes bl.a. følgende; Vi får nøyaktige målinger, vi kan holde hovedfokus på utøveren, det er enkelt å sekundere og utøveren "får noe å strekke seg etter" på slutten av testen.

Vi har ikke noe fast avslutningskriterium annet enn en åpenbar avflatning av Vo_2 kombinert med vurdert utmattelse fra utøver ("eller testleder" - testleder forsøker nesten alltid å presse utøverne lengre enn de selv ønsker/føler er mulig). 2 til 3 like Vo_2 -målinger er derfor ikke alene grunn til å avbryte testen.

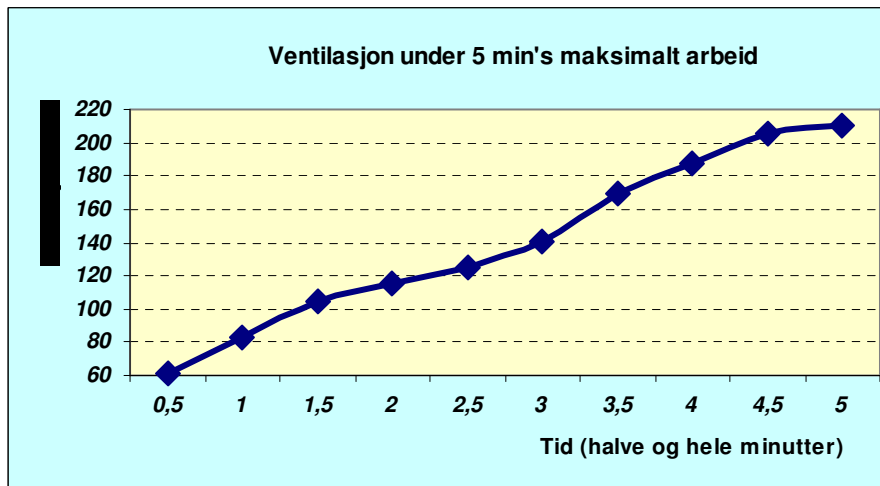
RER kan variere mellom 1,05 og 1,30 på slutten, og må benyttes med varsomhet. Ved retesting av en utøver er derimot Ve_{max} en meget pålitelig og stabil støtteparameter. Selv om form og Vo_{2max} har forandret seg vesentlig, forventer vi allikevel små variasjoner i Ve_{max} fra gang til gang.

Figur 1, 2 og 3 på neste side viser hvordan de ovenfor nevnte parametere **kan** respondere under en Vo_{2maks} -test. Vi vil imidlertid påpeke at vi opplever til dels store individuelle forskjeller i metabolsk og respirasjonsfysiologisk respons under ellers like arbeidsbetingelser. Mulige årsaker til dette vil ikke bli drøftet her.

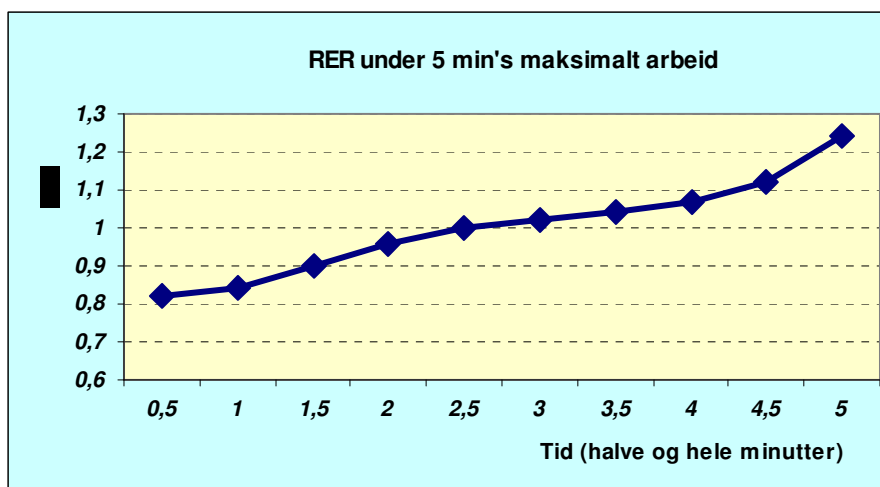
Etter avsluttet test defineres Vo_{2max} ved å beregne det høyeste gjennomsnittet av to påfølgende 30-sekunders registreringer. Den totale måleusikkerheten (instrumenter+ utøver) er satt til +/- 3%. Dette formidles til utøver og trener.



Figur 1. Oksygenopptaksforløp under en trinnvis Vo_{2maks} -test (12-15 km/t, 10,5 %)



Figur 2. Ventilasjon under en trinnvis Vo_{2maks} -test (12-15 km/t, 10,5 %)



Figur 3. RER under en trinnvis Vo_{2maks} -test (12-15 km/t, 10,5 %)

Testing av laktatprofil:

Ved OLT's testlaboratorium gjennomføres laktatprofiltesting jevnlig på de fleste av våre typiske utholdenhetsutøvere. I de senere år har også en rekke fotball-lag valgt å benytte laktatprofiltesting. Vi legger vekt på å teste utøverne mest mulig spesifikt, og laboratoriet har i dag en rekke forskjellige testergometere.

En laktatprofil er en grafisk framstilling av hvordan økende belastninger påvirker laktatkonsentrasjonen i blodet. Under en laktatprofiltest måles vanligvis også hjertefrekvens og oksygenopptak.

Det er en grunnleggende forutsetning for senere tolkning av resultater at laktatkonsentrasjonen etter 1. og 2. belastning er stabil og at det gjennomføres minimum fire belastninger. I de ulike protokoller er det videre vektlagt en belastningstid som sansynliggjør en avflatning av HF og Vo_2 .

Idrettsspesifikke krav og ulike ergometeres egenart har medført større variasjon i protokollene for laktatprofiltesting enn hva tilfellet er for Vo_{2max} -testing. Protokollen for **løping på tredemølle** (side 8) er hentet fra Fysiologilaboratoriet ved Norges Idrettshøyskole. Protokollen er blitt benyttet i en rekke studier gjennom en årrekke og representerer pr. i dag "gull-standard" i vårt batteri av laktatprofiltester. Enkelte av de idrettsspesifikke laktatprofiltestene avviker noe i forhold løpsprotokollen, med kortere belastningstid pr. drag (3-4 minutter). Dette vet vi er for kort for en sannsynlig avflating av HF og Vo_2 . Testen er imidlertid benyttet i mange år av de aktuelle særforbund og protokollen har derfor beholdt sin form.

Vi har imidlertid enkelte generelle rammebetingelser også for laktatprofiltesting;

- Det skal foretas en rolig 10 minutters oppvarming. Ved gjentatte tester av en og samme utøver, vil belastningen være gitt. Dersom man har en "ny" utøver, må man foreta et skjønnsmessig valg i samarbeid med trener og utøver. Etter oppvarming gis det en kort pause ved behov (toalettbesøk, tøy/sko-skift, drikke, etc.).

- Arbeidsbelastningenes varighet bestemmes ut ifra idrettsgren og ergometer (se protokoller). Økningen mellom hvert belastningsstrinn (inkl. oppvarming), bør tilsvare et Vo_2 i området $4-6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$.

- På slutten av hver belastning måles HF og Vo_2 . Mellom hver belastning tas en blodprøve for bestemmelse av laktat (untatt fra dette er testing på sykkelergometer, -se protokoll). Alle laktatanalyser foretas på helblod (YSI 1500 *sport*).

- Testen avsluttes når valgt avslutningskriterium er nådd.

På de neste sidene gis en oversikt over de ulike protokollene vi benytter under testing av laktatprofil;

Testprotokoller (laktatprofiltesting);

Løp – Woodway tredemølle.

1,75% og 10,5% (unntaksvis 5,25%)

Kontrollert oppvarming i 10 minutter.

1.0 km/t eller 1.5 km/t økning mellom hver belastning.

Minimum 4 belastningstrinn à 5 minutter.

Vo₂-målinger fra 3. til 4. minutt.

HF registreres siste minutt.

30 sek. pause mellom hvert trinn.

Blodprøve tas i pausen – analyseres for laktat.

Testen avsluttes når valgt grenselaktat er nådd.

Sykkel – Lode sykkelergometer.

Kontrollert oppvarming i 10 minutter.

Tråkkfrekvens; 90rpm (unntaksvis individuelle avvik) – kontinuerlig arbeid.

Minimum 4 belastningstrinn à 4 minutter.

20 (k)og 25(m) watt økning mellom hver belastning.

Vo₂-målinger fra 2 ½ . til 3 ½ . minutt.

HF registreres siste minutt.

Blodprøve tas siste 15 sek. – analyseres for laktat.

Testen avsluttes når valgt grenselaktat er nådd.

Roing – Gjessing roergometer.

Kontrollert oppvarming i 10 minutter.

Motstand og frekvens styres etter egen tabell.

Minimum 4 belastningstrinn à 3 min.

HF registreres siste minutt.

30 sek pause mellom hvert trinn.

Blodprøve tas i pausen – analyseres for laktat.

Test avsluttes når laktat > 4 mmol/l.

Padling – padleergometer.

10 min. oppvarming
Minimum 4 belastningstrinn à 5 min.
HF registreres siste minutt.
30 sek pause mellom hvert trinn.
Blodprøve tas i pausen – analyseres for laktat.
Test avsluttes når valgt grenselaktat er nådd.

Rulleskigåing – Spesiallaget tredemølle (x).

Stilart ; Skøyting.
Ulike protokoller er under utprøving

Gjennomgang av en Laktatprofil-test;

En laktatprofil-test består som nevnt av en 10 minutters oppvarmingsdel + minimum 4 belastningstrinn dersom man ønsker et anaerob terskel-estimat (se side 11). I tillegg må laktatverdien etter 1. og 2. belastning være tilnærmet lik,- og på "hvile-nivå". Oppvarmingen legges ofte ett trinn under 1. belastning. Ved å måle Vo_2 og HF på slutten av oppvarmingen og laktat rett etter, kan data fra oppvarmingen i så fall legges inn sammen med de øvrige belastninger.

Datamaterialet man sitter på etter en avsluttet laktatprofiltest består av laktat-, HF- og Vo_2 -målinger ved forskjellige belastningstrinn (tabell 1). Figurene 4 til 6 (side 11) viser våre standard grafiske fremstillinger for disse parameterne.

Tabell 1; Fysiologiske data fra en laktatprofiltest løpende på tredemølle, 10,5 % helning.

Belastning	Oppvarming	I	II	III	IV	V
Hastighet	7	8	9	10	11	12
Vo_2	39,1	43,9	49,4	55,1	60,6	65,7
HF	121	134	146	157	167	175
Laktat	0,7	0,6	0,7	1,0	1,8	3,5

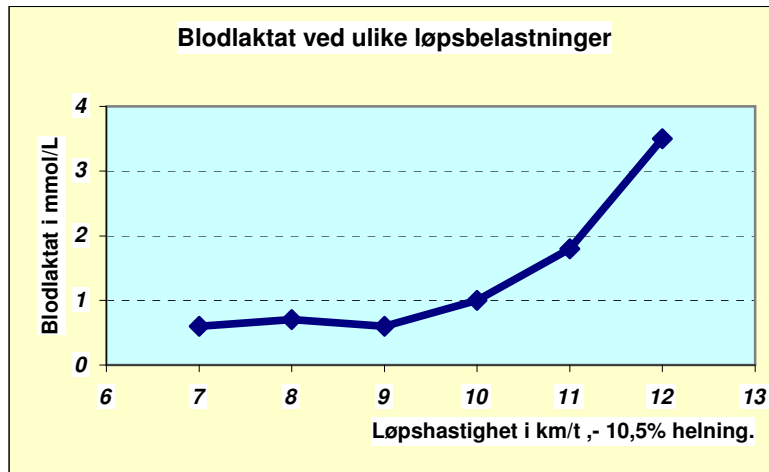
Man kan ha ulike intensjoner for å gjennomføre en laktatprofiltest,- og tolkningsmulighetene er mange. Årsakene til testresultatet, består imidlertid alltid av et komplekst samspill mellom trening og alle forhold som har påvirket utøverens treningsabsorpsjon. Man skal derfor være ytterst varsom med raske og bastante konklusjoner. Dette gjelder også problematikken rundt anaerob terskel

Utgangspunktet for "vår anaerob terskel metode", er et grafiske plott av arbeidsbelastning (x) mot blodlaktat (y). I dette plottet (figur 4) defineres først utøverens "utgangs-laktat" ved hjelp av gjennomsnittet av de 2* første laktatmålingene. Deretter beregnes belastning ved "utgangslaktat + 1,5 mmol/l". Dette brukes som referansepunkt for anaerob terskel, og tilhørende HF og Vo_2 bestemmes ved hjelp av lineære plott (fig 5 o 6).

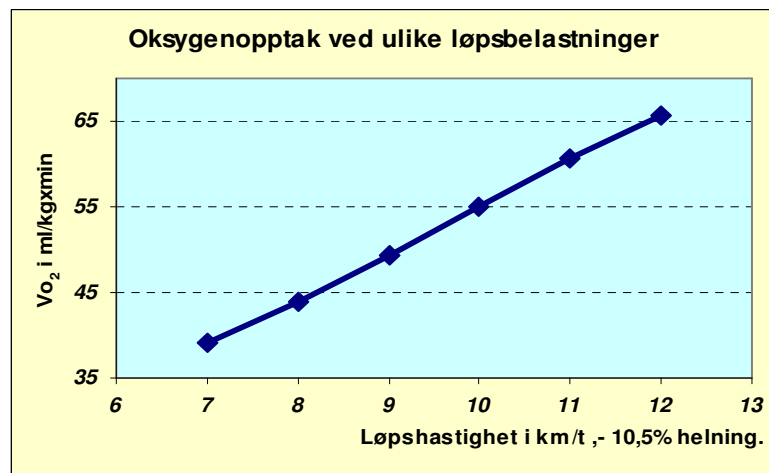
* Utgangsnivået på en profiltest bestemmes normalt ut ifra gjennomsnittet av de 2 første laktatmålingene. Vi opplever imidlertid relativt ofte utøvere med lavere laktatverdi etter 2. og 3. (evt. 4.) belastning enn etter 1. I disse tilfellene velges det laveste gjennomsnittet av to påfølgende belastninger. Dersom vi ikke finner noe stabilt utgangsnivå (laktatverdien stiger markant fra 1. til 2. belastning), benyttes 1. verdi som "utgangslaktat",- evt.; testresultatene underkjennes til bruk for anaerob terskel beregning.

Metoden vi benytter gir oss i beste fall et estimat på en utøvers anaerob terskel område under de gitte arbeidsbetingelsene. Ved bruk av andre muskel-grupper (eks; sykling vs. løping), vil utøverens fysiologiske respons forandres i større eller mindre grad. Dette formidles til trener og utøver.

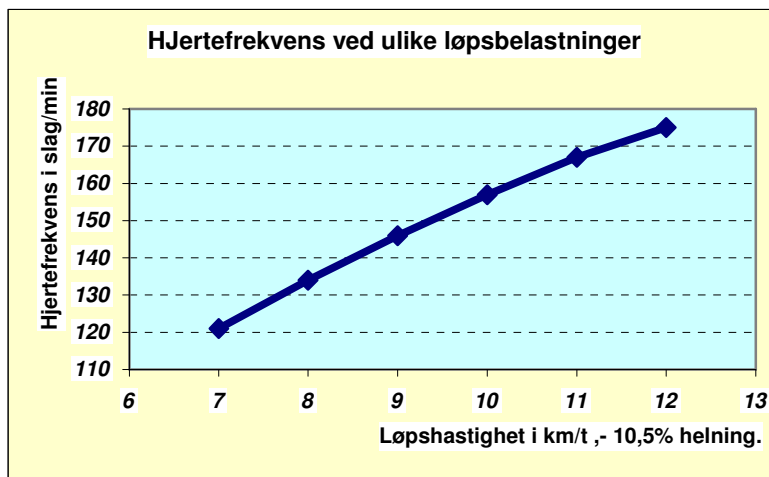
Plottene på denne siden viser standardkurvene for laktat, Vo_2 og HF under en laktatprofiltest. Selve laktatprofilen vil normalt være en eksponensiell kurve, mens forholdet mellom belastning og Vo_2 og belastning og HF vil ha et tilnærmet lineært forhold;



Figur 4; Forholdet mellom løpsbelastning og blodlaktat under en laktatprofiltest.

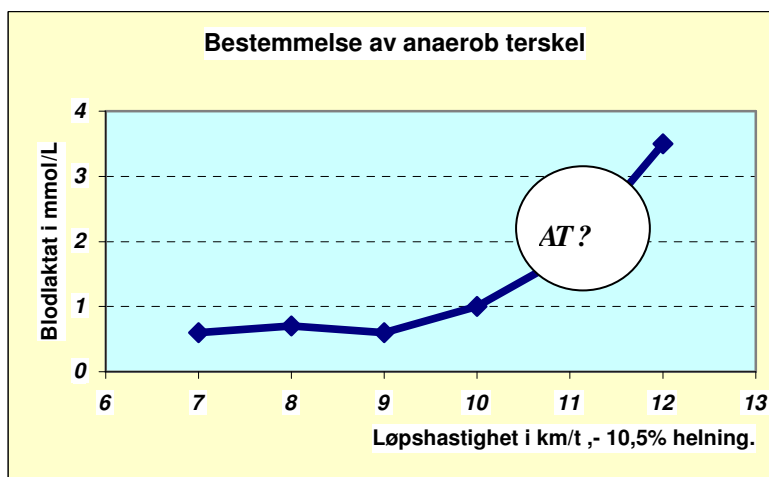


Figur 5; Forholdet mellom løpsbelastning og Vo_2 (steady state) under en laktatprofiltest

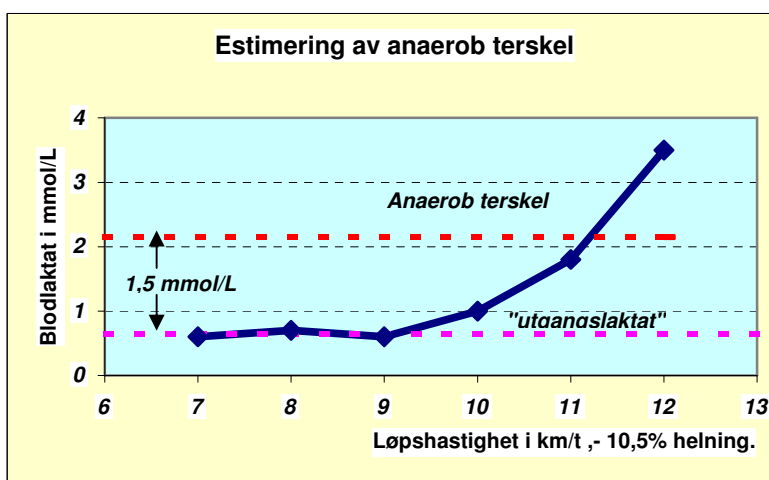


Figur 6; Forholdet mellom løpsbelastning og HF (steady state) under en laktatprofiltest

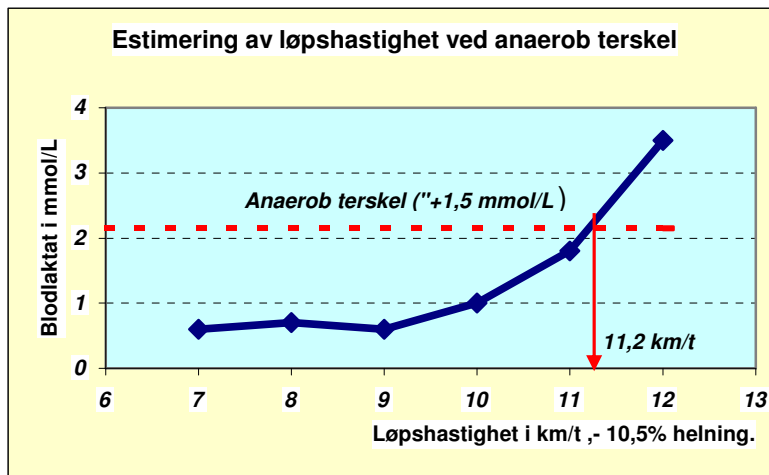
Plottene på denne siden viser hvordan vi estimerer anaerob terskel med utgangspunkt i en laktatprofiltest.;



Figur 7 illustrerer usikkerheten ved bestemmelse av anaerob terskel.

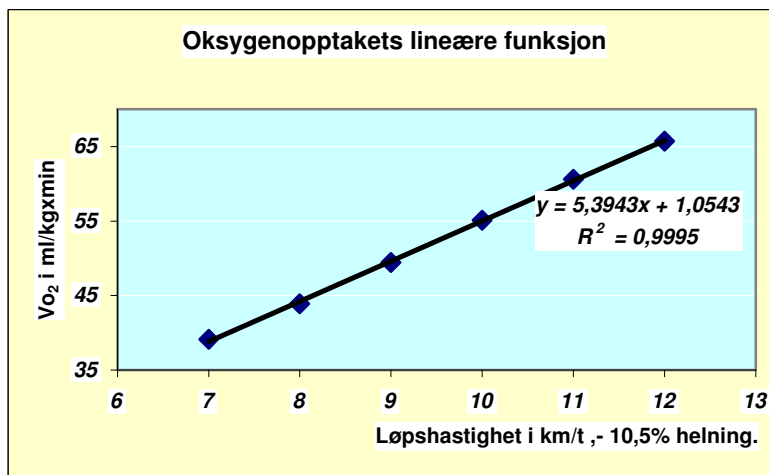


Figur 8 viser hvordan vi beregner anaerob terskel nivå med skjæringspunkt på kurven.

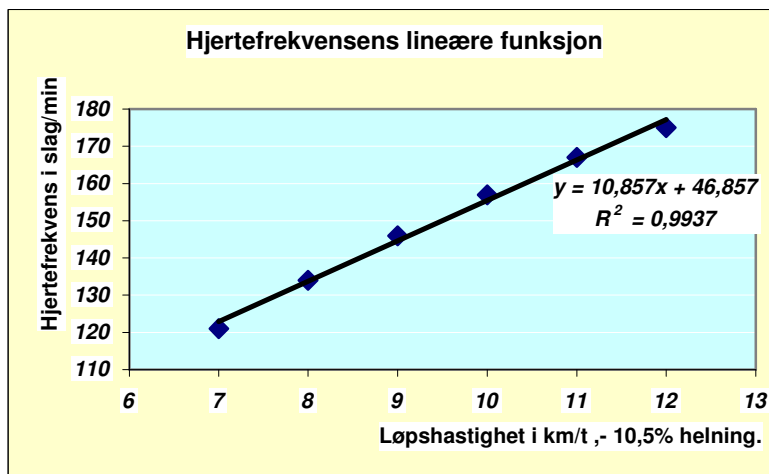


Figur 9 viser bestemmelse av løpshastighet ved anaerob terskel.

Plottene på denne siden hvordan VO_2 - og HF dataene gjøres om til lineære funksjoner ved hjelp av regresjonsanalyse.



Figur 10 viser den lineære tilpasningen mellom belastning og oksygenopptak.



Figur 11 viser den lineære tilpasningen mellom belastning og hjertefrekvens.

Ved å sette utregnet anaerob terskel hastighet inn i formlene i figur 10 og 11, kan man lett regne ut $Vo_{2\text{-terskel}}$ og HF_{terskel} . Har man i tillegg testet $Vo_{2\text{max}}$ og HF_{max} , sitter man med et omfattende fysiologisk data-materiale. Tolkningen av såpass mange variabler er imidlertid en omfattende og komplisert affære,- og vil ikke bli behandlet i dette heftet.