



Høgskulen  
på Vestlandet

# MASTEROPPGAVE

Estimering av maksimalt oksygenopptak ved bruk av en submaksimal, modifisert Balke protokoll hos individ med høy risiko for, eller etablerte, livsstilsrelaterte, kroniske sykdommer.

Estimation of Maximal Oxygen Uptake Using a Submaximal, Modified Balke protocol in Individuals with High Risk of, or Established Lifestyle Related Chronic Conditions.

**Gert Sander Hamre Eike**

Master i idrettsvitenskap  
Fakultet for lærerutdanning, kultur og idrett.

Institutt for idrett, kosthold og naturfag.

Veiledere: Amund Riiser, Eivind Aadland og Ellen Eimhjellen Blom

31.05.2019

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle

kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 10.

## Forord

De siste 2 årene har både vært utfordrende og givende. Det å jobbe med kun et prosjekt på over år har virkelig vært en prøvelse, men den har også gitt meg en erfaring jeg ikke ville vært foruten.

Jeg vil takke mine veiledere Amund Riiser, Ellen Eimhjellen Blom og Eivind Aadland for god dialog, raske, gode og konstruktive tilbakemeldinger. Videre vil jeg rette en stor takk til Frisklivssentralen i Sogn for hjelp med å rekruttere deltakere og ikke minst takke alle som deltok i studien! Også takk til Nicolay Stien for god hjelp under test perioden!

Jeg vil også takke alle i klassen for 2 fantastiske år. Og sist, men ikke minst, min samboer og min familie som har støttet og oppmuntret meg gjennom hele prosessen.

At 5 år i Sogndal snart er over er vemodig, men er også spent på hva som venter.

Gert Sander Hamre Eike

30.05.2019

## Sammendrag

**Bakgrunn:** Fysisk inaktivitet er en modifierbar risikofaktor for en rekke livsstilssykdommer og tidlig død. Frisklivssentraler i Norge gir på bakgrunn av dette fysisk aktivitet og trening på resept gjennom en 12-ukers oppfølgingsperiode. Ved oppstart og etter endt oppfølgingsperiode, kan deltaker velge å teste seg selv ved bruk av submaksimale tester for å se om perioden har forbedret prestasjonen deres. Gullstandarden for å måle fysisk form er direkte måling av oksygenopptak ( $VO_{2maks}$ ), men dette krever mye dyrt utstyr, kompetent personell og mye motivasjon fra deltakers side. På grunn av dette har det blitt utviklet ligninger som skal kunne estimere personers  $VO_{2maks}$  ved bruk av submaksimale tester. En av testene som blir brukt ved frisklivssentraler er en submaksimal, modifisert Balke protokoll, men for å kunne estimere  $VO_{2maks}$  ut ifra denne testen må den valideres. Estimering av  $VO_{2maks}$  har vist seg å være populasjons spesifikt og må derfor valideres ved bruk av deltakere ved frisklivssentraler og andre trening- og rehabiliterings grupper.

**Hensikt:** Hensikten med vår studie var å validere den submaksimale modifiserte Balke protokollen og å produsere en ligning som kan estimere  $VO_{2maks}$  ved bruk av den samme testen.

**Metode:** Voksne deltakere (alder 18-85) ble rekruttert gjennom Sogn frisklivssentral, treningsgruppen «GNIST» på Idrettssenteret Spenst, «Revmatikerlaget» og «Landsforeningen for hjerte- og lungesyke» (LHL) i Sogndal. Deltakerne gjennomførte først en submaksimal, modifisert Balke protokoll og etter minimum 4 dagers hvile, en maksimal, modifisert Balke protokoll. Ved begge testene ble det målt opplevd anstrengelse (RPE) og hjertefrekvens (HF) og ved maksimal test ble det gjort direkte måling av maksimalt oksygen opptak ( $VO_{2maks}$ ). Analysene av data bestod av multippel regresjon for å produsere en ligning som estimerte  $VO_{2maks}$ .

**Resultat:** 18 deltakere (11 kvinner og 7 menn) fikk godkjent  $VO_{2maks}$  test. Ligningen for å estimere  $VO_{2maks}$  så slik ut: Estimert  $VO_{2maks} = 45,873 + (1,159 \cdot \text{tid til utmattelse fra submaksimal test}) + (-0,301 \cdot \text{vekt}) + (-0,264 \cdot \text{alder}) + (7,627 \cdot \text{kjønn})$ . Ligningen estimerte  $VO_{2maks}$  med liten variasjon  $R^2 = 0,783$  ( $p \leq 0,001$ , SEE 3,14 ml/kg/min).

**Konklusjon:** Ligningen produsert i denne studien er en enkel og valid måte for å estimere  $VO_{2maks}$  hos deltakere ved frisklivssentraler.

# Innholdsfortegnelse

<b>FORORD .....</b>	<b>I</b>
<b>SAMMENDRAG.....</b>	<b>II</b>
<b>3. TEORI.....</b>	<b>1</b>
3.1 Hva er helse?.....	1
3.2 Fysisk aktivitet.....	2
3.3 Anbefalt dose fysisk aktivitet .....	3
3.4 Fysisk aktivitet og trening på resept.....	5
3.5 Fysisk form.....	5
3.6 Maksimale protokoller for måling av fysisk form fysisk form.....	10
3.7 Tester brukt ved frisklivssentraler .....	12
3.8 Estimering av maksimalt oksygenopptak.....	13
3.9 Viktigheten av estimering av maksimalt oksygenopptak.....	14
4.0 METODE .....	16
4.1 Problemstilling .....	16
4.2 Studiedesign .....	16
4.3 Utvalg.....	16
4.4 Etikk.....	17
4.5 Gjennomføring, test protokoll og prosedyre for datainnsamling .....	17
4.6 Gjennomføring av tester.....	17
4.7 Data innsamling .....	19
4.8 Statistiske analyser.....	20
5.0 REFERANSELISTE .....	22
<b>6.0 COVER LETTER.....</b>	<b>31</b>
<b>7.0 ARTIKKEL .....</b>	<b>32</b>
MEDFORFATTER ERKLÆRING .....	50
<b>8.0 VEDLEGG.....</b>	<b>54</b>
SAMTYKKE SKJEMA (VEDLEGG 1).....	54
GODKJENNING AV NSD (VEDLEGG 2).....	56
EGENERKLÆRING FØR SMT (VEDLEGG 3) .....	57
EGENERKLÆRING FØR MT (VEDLEGG 4) .....	59
SUBMAKSIMAL, MODIFISERT BALKEPROTOKOL (VEDLEGG 5) .....	61
MAKSIMAL, MODIFISERT BALKEPROTOKOL (VEDLEGG 6) .....	65

**FIGUR OG TABELL OVERSIKT .....**

**TEORI OG METODE KAPITTEL .....**

FIGUR 1..... 2  
FIGUR 2 ..... 4  
FIGUR 3 ..... 11

TABELL 1 ..... 8  
TABELL 2 ..... 19

**ARTIKKEL.....**

FIGURE 1..... 48  
FIGURE 2..... 48  
FIGURE 3..... 49  
FIGURE 4..... 49

TABLE 1..... 47

## 3. Teori

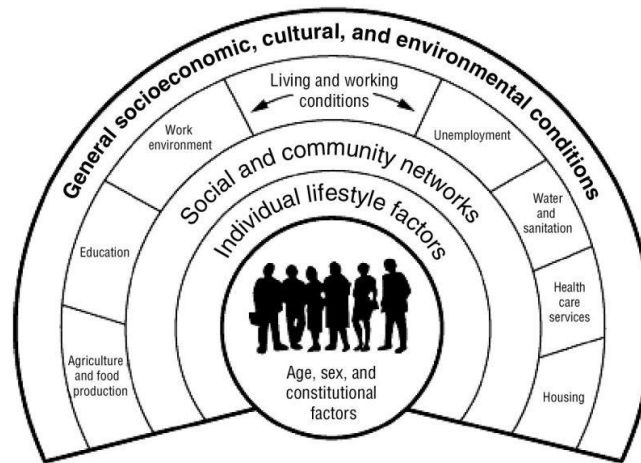
### 3.1 Hva er helse?

Helse er et vidt og komplekst begrep hvor forskjellige fagtradisjoner definerer helse på ulike måter. I en undersøkelse av Fugelli & Ingstad (2001) hvor de så på hva helse betyr for den enkelte, kom de frem til at helse er trivsel, funksjon, natur, humør, mestring og overskudd/energi. Historisk sett er det medisinen som har satt grensen mellom det friske og det syke (helse/uhelse), hva som krever behandling og ikke. Dette kalles den biomedisinske tradisjonen og beskriver helse som fravær fra sykdom (Mæland, 2009). Den humanistiske tradisjonen har et mer positivt syn på helse og fokuserer på mennesker som aktive, skapende og sosiale vesen (Øverby, Torstveit, Høigaard, & Stene-Larsen, 2011). Verdens Helse Organisasjon (WHO) definerte begrepet «helse» i 1948, som et fullstendig fysisk, mentalt og sosialt velvære og ikke bare fravær fra sykdom eller lyte (World Health Organization, 1948). Dette gjør god helse så å si uopnåelig og har derfor blitt kritisert for å være utopisk (Mæland, 2012). Den norske professoren Peter F. Hjort (1994) kom med sin egen definisjon av helsebegrepet som lyder «Helse er et overskudd i forhold til hverdagens krav». WHO's definisjon overser livets realiteter, som for eksempel medfødte lidelser eller akutte og kroniske skader og skiller derfor ut en liten frisk elite. Hjort sin definisjon gir derimot rom for helse på tross for sykdom og skade, og sier at helse er evnen til å kunne takle hverdagen og motstanden den gjerne bringer (Hjort, 1994). Sett opp imot undersøkelsen til Fugelli & Ingstad (2001) passer Hjort sin definisjon godt i det den enkelte mener ligger i begrepet helse.

#### *3.1.1 Faktorer som påvirker helse*

En av de klassiske fremstillingene av hovedfaktorene som påvirker individets helse i dag (figur 1), stammer fra Dahlgren & Whitehead (1991). Denne fremstillingen kan minne om en løk med flere lag hvor våre individuelle biologiske faktorer ligger i sentrum av ytterligere lag med andre faktorer som påvirker vår helse. Ytterst finner vi de generelle sosioøkonomiske, kulturelle og miljømessige betingelsene vi befinner oss i, eksempelvis landet og de politiske rammene i landet. I neste lag handler det om levekår, eksempelvis hvor god tilgang man har på rent vann, sunn mat, bolig, utdanning og helsetjenester. Deretter kommer våre egne sosiale nettverk etterfulgt av individuelle valg av livsstil. Innerst finner vi faktorene vi ikke kan styre selv, nemlig alder, kjønn og biologi. Oppsummert kan helse bli sett på som et produkt av både

arv og miljø. Arv kan vi ikke påvirke i særlig stor grad, men de fleste andre faktorene har vi muligheten til å gjøre noe med.



Figur 1: Dahlgren & Whitehead sin fremstilling av faktorer som påvirker individets helse (Dahlgren & Whitehead, 1991).

### 3.1.2 Helsen i Norge

Over de siste 100 årene har helsetilstanden i Norge endret seg mye. På starten av 1900-tallet var hovedproblemet relatert til fattigdom manifestert som for eksempel infeksjoner og feil- og underernæring. Rundt midten av 1900-tallet dukket det opp livsstilssykdommer som følge av en endring i levevanene i befolkningen. Livsstilssykdommene omfatter hjerte- og karsykdommer, lungesykdommer, diabetes type-2 og kreft (Afshin et al., 2019; Mæland, 2016) som fortsatt er noen av de største byrdene i vårt samfunn. Rundt slutten av 1900-tallet kom det ikke-dødelige sammensatte helseproblemer til syne i form av muskel- og skjelettlidelser og psykiske lidelse, som blir kalt samsykdommene (Mæland, 2016).

Helse i et slikt kollektivt perspektiv kalles folkehelse. Oversikt over folkehelsen i en spesifikk populasjon gir verdifull kunnskap om utviklingen i folks helse og hva som påvirker den over tid (Folkehelseinstituttet, 2014). På denne måten kan folkehelsearbeidet lettere bli rettet mot de spesifikke problemene som samfunnet er utsatt for. I Norge i 2017 var noen av de sykdommene som forårsaket flest premature dødsfall, hjerte- og karsykdommer, lungekreft, slag og kronisk obstruktiv lungesykdom (KOLS) m.m. (Institute for Health Metrics and Evaluation, 2018). Disse livsstilssykdommene deler også de samme atferdsrelaterte risikofaktorene: bruk av tobakk, usunt kosthold, skadelig bruk av alkohol og fysisk inaktivitet (WHO, 2013).

### 3.2 Fysisk aktivitet

Genene våre er de samme som for titusener av år tilbake og er skapt for fysisk aktivitet (Booth, Chakravarthy, Gordon, & Spangenburg, 2002). Internasjonal litteratur definerer fysisk aktivitet som alle de kroppslige bevegelsene initiert av skjelettmuskulatur som fører en

økning i energiforbruket vårt (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985). Trening er en underkategori av fysisk aktivitet som er planlagt og strukturert, med mål om å opprettholde eller forbedre fysisk form (Shepard & Balandy, 1999).

De arvede genene våre hører til et miljø hvor fysisk aktivitet var nødvendig for å skaffe mat og overleve. Energioverskudd blir lagret som fettreserver, slik at kroppen kan hente energi i perioder med lite mat. Intensitet under fysisk aktivitet bestemmer energiforbruket. Miljøet i dag har mye lavere krav til fysisk aktivitet og dette øker sjansene for energioverskudd. Et godt brukt redskap for å måle energiforbruk er ved bruk av metabolsk ekvivalent (MET). METs representerer forholdet mellom hvilemetabolismen og metabolismen under aktivitet (Byrne, Hills, Hunter, Wieinsier, & Schutz, 2005). Når vi ligger og slapper av eller sover er energiforbruket 1 MET, mens 3-6 METs innebærer aktiviteter som trappegang, snømåking eller rask gange og kan defineres som moderat fysisk aktivitet (Anderssen & Stømme, 2001; Pate et al., 1995). Desto høyere intensitet på en gitt aktivitet desto høyere MET verdi. Benytter man høy intensitet på kort tid, kan man bruke like mye energi som hvis man benytter lav intensitet over lengre tid (Shepard & Balandy, 1999).

For å forebygge konsekvensene av reduserte aktivitetsnivå og energioverskudd er det lagt frem anbefalinger for mengde og intensitet ved fysisk aktivitet, for befolkningen.

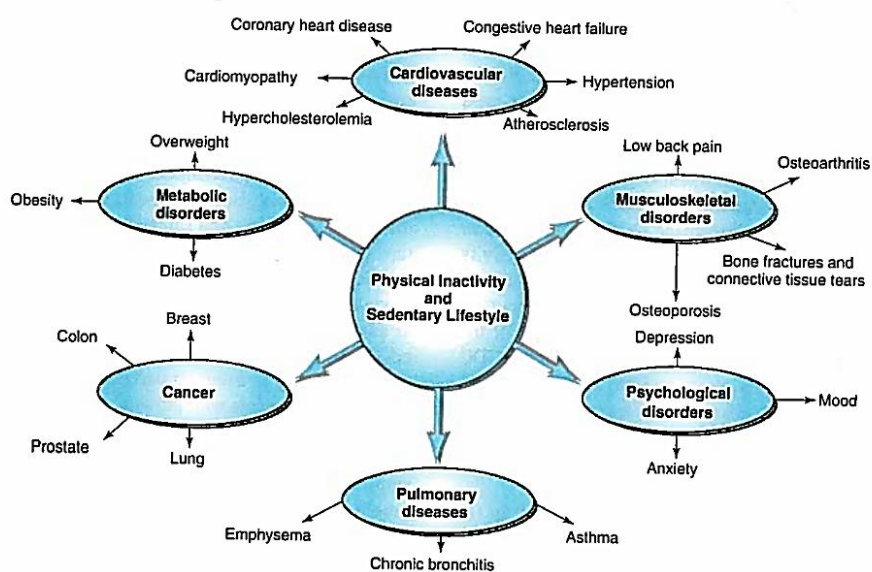
### 3.3 Anbefalt dose fysisk aktivitet

Fysisk inaktivitet er en modifierbar risikofaktor for livsstilssykdommer som hjerte- og karsykdommer (HKS), metabolsk syndrom, diabetes type-2, kreft, depresjon og tidlig død (se figur 2 for fremstilling av konsekvenser av Heyward & Gibson (2014)) (Blair, 1989; Booth et al., 2002; I. M. Lee, Shiroma, Lobelo, Puska, Blair, & Katzmarzyk, 2012; Pietiläinen et al., 2008). Definisjonen av å være fysisk inaktiv handler om å ikke innfri kriteriet for anbefalt dose fysisk aktivitet.

På bakgrunn av at millioner av voksne i USA levde et sedat liv, ble det i 1995 samlet en gruppe eksperter fra «Centers for Disease Control and Prevention» og «American College of Sports Medicine» for å studere relevant forskning på fysisk aktivitet. Ut i fra dette la de frem at minst 30 minutter med moderat fysisk aktivitet, hver dag, ville bidra til å redusere risiko for livsstilssykdommer og tidlig død (Pate et al., 1995). Anbefalingene har siden 1995 blitt endret etter gjennomgang av nyere forskning. De nye anbefalingene ble laget gjennom en fremstilling av de beste bevisene på sammenhengen mellom fysisk aktivitet og flere helserelaterede utfall (Tremblay et al., 2011).



Basert på fremstillingen av Tremblay et al. (2011) anbefaler Helsedirektoratet i Norge at voksne og eldre ( $\geq 18$  år) bør være i moderat fysisk aktivitet (3-6 METs) i minimum 150 minutter hver uke, og barn (5-17 år) i minimum 60 minutter hver dag (Helsedirektoratet, 2016a). Å spre aktiviteten utover en hel uke, istedenfor å sette av en hel time til dagen vil gjøre terskelen for fysisk aktivitet lavere og anbefalingene mer overkommelige for folk med en allerede travel hverdag (Tremblay et al., 2011). Forholdet mellom fysisk aktivitetsnivå og helsegevinst er et dose-respons-forhold som fremstår som et kontinuum, uten en nedre grense (Anderssen & Stømme, 2001). Desto mer man er i aktivitet, desto lavere risiko for livsstilssykdommer.



Figur 2: Fremstilling av konsekvensene som følge av fysisk inaktivitet (Heyward & Gibson, 2014)

### 3.3.1 Antall i Norge som når anbefalingene.

Fra midten av 80-tallet og frem til i dag har det vært en økning i befolkningen av folk som sier de trener eller mosjonerer. Dette kan være et sannsynlig resultat av den økte oppmerksomheten rundt den helsefremmende effekten av fysisk aktivitet. Økningen kompenserer derimot ikke for nedgangen i aktivitetsnivå knyttet til arbeid, transport og fritid, i samme periode (Breivik & Rafoss, 2017; Ommundsen & Aadland, 2009). I den norske befolkningen er det barn som er mest aktive. 90 % av seksåringer og 77 % av niåringer når anbefalingene for fysisk aktivitet. Av 15-åringer er det 48 % som når anbefalingene og i voksen alder (20-65år) er det kun 31-33 % som når anbefalingene av fysisk aktivitet (Hansen et al., 2019).

### 3.4 Fysisk aktivitet og trening på resept

Som et svar på de store konsekvensene en inaktiv og usunn livsstil har på både individ og folkehelsen, ble det i 1996 opprettet et prosjekt med fokus på aktivitet som medisin. Dette utviklet seg til det vi i dag kaller en frisklivssentral (Frisklivssentralen Modum, 2016). En frisklivssentral er en kommunal helsetjeneste som arbeider for å forebygge livsstilssykdommer og fremme helse, og var i 2017 etablert i 3 av 5 kommuner i Norge (Statistisk Sentralbyrå., 2018). Frisklivssentralene er også en tverrfaglig tjeneste hvor de ansatte har ulik bakgrunn fra for eksempel, ernæring, fysioterapi, sykepleie, psykologi og folkehelsevitenskap (Helsedirektoratet, 2016b; Statistisk Sentralbyrå., 2018). Tilbudet til frisklivssentralene retter seg mot personer som har økt risiko og/eller allerede lider av sykdom med og uten henvisning fra lege, men også mot personer og grupper som har behov for hjelp til en sunnere og mer aktiv livsstil (Helse- og omsorgsdepartementet, 2013).

En studie fra 2018 viser at majoriteten av deltakerne ved frisklivssentraler er middelaldrende, overvektige kvinner. I tillegg så de at de fleste som deltar ofte gjør det på grunn av overvekt, for å bli mer aktive eller for å forbedre kostholdet sitt (Samdal et al., 2018). Ved å benytte seg av oppfølgingsprogrammet ved en frisklivssentral, er det første deltakeren må gjennom en helsesamtale hvor både ansatte og deltaker sammen lager mål og en plan for de 12 ukene oppfølgingen varer. I denne samtalen trekkes det frem motivasjon, barrierer og muligheter for endring og mestring. De fleste deltakerne blir også tilbudt å teste fysisk form ved oppstart og etter gjennomført oppfølgingsperiode (Helsedirektoratet, 2016b) ettersom at testing et viktig redskap for å opprettholde motivasjonen og måle fremgang hos deltakerne (Helsedirektoratet, 2016c).

### 3.5 Fysisk form

Et individs fysiske form består av flere komponenter som kardiorespiratorisk kapasitet og utholdenhet (kondisjon), muskulær styrke, fleksibilitet, smidighet, balanse, reaksjonstid og kroppssammensetning (Swain & American College of Sports Medicine, 2014). Ekspertene på området definerer fem av disse som helserelaterede komponenter innen fysisk form; kardiorespiratorisk utholdenhet, muskulær utholdenhet og styrke, kroppssammensetning og fleksibilitet (Caspersen et al., 1985; Swain & American College of Sports Medicine, 2014).

Sammenhengen mellom fysisk aktivitet og fysisk form er godt dokumentert (Anderssen et al., 2010; Kohl et al., 2012; I.-M. Lee, Shiroma, Lobelo, Puska, Blair, & Katazmarzyk, 2012; Taylor, 2014) samt sammenhengen mellom fysisk aktivitet og helse (I.-M. Lee, Shiroma, Lobelo, Puska, Blair, & Katazmarzyk, 2012; Taylor, 2014). God fysisk form er ofte forbundet

med god helse, men forbedring av fysisk form vil ikke nødvendigvis sikre fravær fra sykdom eller konsekvensene av sykdom (Haskell, Montoye, & Orenstein, 1985). Videre eksemplifiserer Haskell et al. (1985) at pasienter som lider av emfysem eller schizofreni, kan øke sin fysiske form uten at det endrer omfanget av sykdommen. Det Haskell et al. (1985) beskriver gir mening hvis vi ser på helse gjennom definisjonen til WHO (1948), men ser vi på helse gjennom definisjonen til Hjort (1994) og resultatene fra undersøkelsen til Fugelli & Ingstad (2001) (hvor helse handler om funksjon og overskudd). Samsvarer dette med slik Caspersen et al. (1985) og Warburton, Nicol, & Bredin (2006) definerer begrepet fysisk form: Fysisk form defineres som vår evne til å utføre daglige gjøremål med vigør og våkenhet, uten å bli utmattet slik at man kan nyte fritids-syssele og ha nok energi til å håndtere uventete nødsituasjoner. I tillegg innebærer det vårt mentale velvære som tillater oss å håndtere de fysiske forventningene hverdagen krever.

Selv om helse som begrep defineres forskjellig er det både godt etablert og sterk evidens som taler for at god fysisk form gir redusert risiko for tidlig død (Blair, 1989; Laukkanen, Kurl, & Salonen, 2002; Mailey et al., 2010)

### *3.5.1 Måling av fysisk form*

Gullstandarden for å måle fysisk form er gjennom direkte måling av maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2maks}$ ) ettersom at  $VO_{2maks}$  er tett relatert til vår evne til å bruke store muskelgrupper over en lengre periode (Duque, Parra, & Duvall, 2009; Kline et al., 1987; Larsen et al., 2002; Vehrs, George, Fellingham, Plowman, & Dustman-Allen, 2007).

Måling av fysisk form er viktig for å både kunne informere individer om deres nåværende helsestatus og for å kunne motivere dem ved å sette rasjonelle og realistiske treningsmål. Måling av fysisk form før og etter en treningsperiode vil også fastslå effekten av forebyggende og/eller rehabiliterende treningsprogram, (Swain & American College of Sports Medicine, 2014). I tillegg til dette vil måling av fysisk form vil gi et mer stabilt parameter enn ved å måle fysisk aktivitet (som varierer veldig mye fra dag til dag) på hvor aktiv en gitt befolkning er (Anderssen et al., 2010).

### *3.5.2 Oksygenopptak*

I overgangen fra hvile til aktivitet vil ventilasjon, sirkulasjon og det muskulære systemet øke oksygentilførselen til musklens mitokondrier som igjen fører til en økning i respirasjon og energiproduksjon (Jones & Poole, 2005).

Ventilasjonssystemet vårt har ansvar for å transportere oksygen ( $O_2$ ) fra atmosfæren til lungene og karbondioksid ( $CO_2$ ) fra lungene til atmosfæren. Menneskelige celler skaffer seg mesteparten av sin energi fra kjemiske reaksjoner som involverer oksygen, men cellene må i tillegg også ha mulighet til å kvitte seg med  $CO_2$ , som er avfallsstoffet fra oksidative reaksjoner (reaksjoner som krever oksygen) (Widmaier, 2014).

Når vi trekker inn luft (inspirerer) går luften gjennom nese og/eller munn og ned i lungene. I lungene går luftene videre til alveolene som er stedet hvor oksygenet går over i blodet og binder seg til hemoglobin (røde blodceller) og hvor hemoglobin gir fra seg  $CO_2$  (Widmaier, 2014). Videre muliggjør sirkulasjonssystemet transport av næringsstoffer, som  $O_2$ , og avfallsstoffer (som  $CO_2$ ), til og fra vev i kroppen (Sand, Sjaastad, & Haug, 2010).

Oksygenopptaket vårt kan forbedres gjennom trening, og eller/ begrenses av forskjellige faktorer i de forskjellige systemene, som f.eks. lungefunksjon, kapillær tetthet, blodårenes elastisitet, blodtrykk, hjertefunksjon og ventrikulært volum (Basset & Howley, 2000; McArdle, Katch, & Katch, 2010).

### *3.5.3 Maksimalt oksygenopptak*

Maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2maks}$ ) ble først beskrevet som det oksygeninntaket under en treningsintensitet hvor inntaket når et platå selv om det skjer en økning i arbeidsinnsats (Hill, Long, & Lupton, 1924). Videre skrev Hill et al. (1924) at måling av  $VO_{2maks}$  definerte begrensningene av evnen til det kardiovaskulære- og respiratoriske systemet til å transportere oksygen (f.eks. lav kapillærtetthet, lav mitokondrie tetthet, høyt blodtrykk).

Absolutt mål på  $VO_{2maks}$  blir oppgitt i milliliter pr minutt (ml/min) og er direkte relatert til kroppsvekt som gjør at menn, vanligvis, vil ha en høyere absolutt  $VO_{2maks}$ . På grunn av dette er det derfor vanlig at en relativ måling blir brukt (McArdle et al., 2010). Relativ  $VO_{2maks}$  oppgis i milliliter per kg kroppsvekt, per minutt (ml/kg/min) (Frøyd et al., 2010) slik at man kan sammenligne individ med forskjellig kroppsvekt (McArdle et al., 2010).

På verdensbasis er gjennomsnittlig oksygenopptak hos menn 50,4 ml/kg/min og for kvinner 40,6 ml/kg/min (Nauman, Tauschek, Kaminsky, Nes, & Wisløff, 2017). Aspenes og medarbeidere har gjennom en studie på et representativt utvalg av befolkningen i Norge (N = 4631) funnet gjennomsnittlige verdier for oksygenopptak for ulike aldersgrupper (tabell 1). Studien viste at oksygenopptaket synker med alderen. Imidlertid målte fysisk inaktive yngre mennesker likt oksygenopptak som fysisk aktive eldre (Aspenes et al., 2011).

Tabell 1: Gjennomsnittlige verdier på oksygenopptak hentet fra Aspenes et al. (2011)

Alder	Kvinner	Menn
20-29 år	43	54
30-39 år	40	49
40-49 år	38	47
50-59 år	34	42
60-69 år	31	39
Over 70 år	27	34

### 3.5.4 Direkte måling av oksygenopptak

For å oppnå platået som kreves for valide målinger av  $VO_{2maks}$  (se kapittel 3.5.3) krever det store mengder motivasjon, fra den som blir testet, til å opprettholde høy belastning over tid. Dette har vist seg å være vanskelig for mange. I en meta-analyse av Noonan & Dean (2000) så de at  $VO_2$  platå kan variere fra 0% til 100% i studier som har målt  $VO_{2maks}$ . Hvis ikke deltaker når et skikkelig platå, og man tar i bruk den høyeste, målte,  $VO_2$  verdien, vil den rette betegnelsen være  $VO_{2peak}$ , uansett nivå av anstrengelse (Astornio, Robergs, Ghiasvand, Marks, & Burns, 2000).

$VO_{2peak}$  er mulig relatert til et individs øverste grense for treningsintensitet eller anstrengelse, og ikke en grense for oksygentransport og utnyttelse av oksygenopptaket (Midgley, McNaughton, Polman, & Marchant, 2007). Poole & Jones (2017) sier ut ifra sin review at  $VO_{2peak}$  ikke bør brukes som ett parameter for måling av fysisk form ettersom at  $VO_{2peak}$ , hos friske og motiverte individ, kan overestimere den fysiske formen til individet. Selv om  $VO_{2peak}$  ikke blir anerkjent som reliabelt mål for fysisk form, blir det gjerne brukt i klinisk forskning for testing av pasienter med HKS (Arena et al., 2007) og hos barn (Nemeth et al., 2009).  $VO_{2peak}$  skal kun brukes hvis platå under  $VO_{2maks}$  testing ikke oppnås (Astornio et al., 2000; Breivik & Rafoss, 2017).

På grunn av dette problemet er det vanlig å bruke ekstra kriterier for å fastslå intensitetsnivå og for å lettere kunne definere et platå, som respiratorisk utvekslingskvotient (RER), hjertefrekvens (HF) og opplevd anstrengelse (Gössling, 2013; Heyward & Gibson, 2014; Swain & American College of Sports Medicine, 2014).

## **Respiratorisk utvekslingskvotient**

RER er forholdet mellom CO<sub>2</sub> produser og oksygen konsumert (VCO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>) (Ehrman, Kerrigan, & Keteyian, 2018). Denne verdien forteller oss hvor cellene i kroppen får energien sin fra (metabolismen), om det er fett eller karbohydrater. RER verdiene strekker seg fra 0,70 (100% forbrenning av fett) til 1 (100% forbrenning av karbohydrater). RER verdier i hvile ligger på rundt 0,85 ettersom at både fett og karbohydrater blir brukt som energikilde (Ehrman et al., 2018).

Under hardt fysisk arbeid vil gjerne RER verdien stige over 1. Dette fenomenet skjer som følge av at det dannes laktat (melkesyre) når et individ når sin anaerobe terskel (individets høyeste arbeidsbelastning) (McArdle et al., 2010). Laktat senker pH verdien i blodet og gjør blodet mer syrlig. Endringer i blodets pH verdi gjør at enzymer og andre kroppslige funksjoner ikke fungerer slik de skal og kan, over tid, ha en skadelig effekt på organer (Widmaier, 2014). For å gjenopprette pH balansen virker bikarbonat som en buffer som nøytraliserer laktatet som bygges opp, og spalter det om til en svakere syre. Denne svakere syren degraderes i igjen i blodårene til vann og CO<sub>2</sub>. (McArdle et al., 2010). På grunn av dette vil RER stige over 1 under hardt arbeid. Forholdet mellom O<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> vil, inne i muskulaturen, ikke kunne gi høyere RER verdi enn 1, men på grunn av at pH verdien i blodet må vedlikeholdes, vil det dannes ekstra CO<sub>2</sub> i blodet som blir ekspirert (pustet ut) og gir en RER verdi som overskrider 1.

## **Hjertefrekvens**

HF stiger ofte lineært med VO<sub>2</sub> under aktivitet med økende belastning. (Wasserman, Hansen, Sue, Casaburi, & Whipp, 1999). Ved å estimere maksimal HF før test kan man gjennom forløpet av testen til en viss grad se om deltaker jobber submaksimalt eller maksimalt. Den mest tradisjonelle formelen for å estimere maks HF er «220 - alder». Studier har vist at ved å estimere maksimal HF på denne måten, må man regne med et standardavvik på ± 11 slag/m på verdien man får (Brubaker & Kitzman, 2011; Robergs & Landwehr, 2002). Den tradisjonelle metoden er ofte brukt, men Nes, Janszky, Wisløff, Støylen, & Karlsen (2013) fant gjennom sin studie som inkluderte 3320 deltakere, at formelen 211-0,64\*100 kunne predikere maksimal hjertefrekvens bedre enn den tradisjonelle. Den tradisjonelle metoden har blitt vist å overestimere maksimal HF hos unge personer og opp til 40 års alderen. Fra 40 års alderen og opp vil metoden derimot underestimere maks HF (Gellish et al., 2007; Tanaka, Monahan, & Seals, 2001).

## Opplevd anstrengelse

En mye brukt metode for å vurdere et individs opplevde anstrengelse under en gitt aktivitet er Borgs skala for «rate of perceived exertion» (RPE) (Scherr et al., 2013). «Borgs skala» ble utviklet for kunne tillate enkle, valide og reliable estimater av treningsintensitet ved å måle og kvantifisere opplevd anstrengelse (Day, McGuian, Brice, & Foster, 2004). På samme måte som at både hjertefrekvens og respirasjon øker under aktivitet vil også følelsen av anstrengelse øke (gjærne lineært med belastningen). «Borgs skala» kvantifiserer følelsen av anstrengelse og kan bli brukt til å estimere hjertefrekvens under aktivitet (Borg, 1982).

Verdiene i skalaen strekker seg fra 6-20 og kan representere tenkt hjertefrekvens på mellom 60-200. Sammenhengen mellom den tenkte hjertefrekvensen og RPE var i hovedsak til for å kunne forenkle bruken av skalaen, men dette forholdet må ikke bli tatt for bokstavelig (Borg, 1982). I tillegg er det verbale ankre som brukere av Borg skala kan benytte seg av for å lettere kunne plassere den opplevde anstrengelsen (se tabell 2) (Dawes et al., 2005).

RPE blir mye brukt i idrettsvitenskaplig sammenheng for å kunne overvåke for eksempel treningsintensitet under aerob trening eller for å kunne overvåke endring av anstrengelse under et gitt treningsopplegg (Day et al., 2004). Ved bruk av Borg skala kan man for eksempel se om deltaker på en  $VO_{2maks}$  test virkelig har slitt seg ut, eller om en treningsterapeut enten belaster sin pasient for mye eller for lite.

### 3.6 Maksimale protokoller for måling av fysisk form fysisk form

Ettersom at måling av  $VO_{2maks}$  krever at oksygenivået flater ut til tross for at arbeidsbelastning stiger brukes gjerne testprotokoller hvor belastning økes jevnlig utøver testens forløp (Vehrs et al., 2007). Noen av protokollene er sammenhengende (deltaker får ikke pause mellom økninger i belastning), mens noen er usammenhengende (deltaker får pause mellom hver økning i belastning) (Heyward & Gibson, 2014). Samlebetegnelsen for disse testene kalles «graderte treningstester» og kan utføres på både sykkel eller tredemølle. De forskjellige protokollene kan variere i hvor lenge hver belastning varer, hvor stor endringen i belastning er og total test tid (Yoon, Kravitz, & Robergs, 2007). Da tester ved bruk av sykkel og tredemølle ble introdusert til klinisk praksis tok de praktiserende legene i bruk protokollene brukt av anerkjente forskere på feltet som Bruce og Balke protokollene (Myers et al., 1991).

Bruce protokollen er en protokoll hvor deltakerne går i 2,7 km/t på en tredemølle med 10% stigningsgrad. Hvert tredje minutt stiger belastningen ved en økning i både stigningsgrad og hastighet (Heyward & Gibson, 2014). Denne testen kan også tas i bruk uten å gjennomføre direkte måling av maksimalt oksygenopptak for å estimere  $VO_{2maks}$  ved hjelp av en ligning



som ble utviklet i sammenheng med protokollen (Heyward & Gibson, 2014). I tillegg er det utviklet et nomogram (en grafisk fremstilling av ligningen som estimerer  $VO_{2maks}$ ) for å gjøre det lettere å anvende.

Ved kartleggingen av fysisk form blant voksne og eldre i Norge i 2009-2010, testet de fysisk form hos deltakerne ved bruk av Balke protokollen (Anderssen et al., 2010). Balke protokollen ble utviklet av Balke & Ware (1959) i sammenheng med en studie, hvor formålet var å samle data for å standardisere verdier av  $VO_{2maks}$  (Balke & Ware, 1959). I denne protokollen starter deltakerne med å gå 5,4 km/t på en horisontal tredemølle, men etter hvert minutt som går, øker belastningen litt og litt. Belastningen øker ved at stigningsgraden på tredemøllen øker med 1 % hvert minutt. Deltaker skal holde ut så lenge som mulig. Balke & Ware (1959) utarbeidet også en ligning som kunne estimere en deltakers  $VO_{2maks}$  uten å måtte måle  $VO_{2maks}$  direkte (figur 3).

$$V_{O_2} = v \times w \times \left( .073 + \frac{oc}{100} \right) \times 1.8$$

*Figur 3: Formel for å estimere  $VO_2$ -maks. I formelen er «v» hastigheten på tredemøllen, «w» kroppsvekt i kg, «oc» stigningsgrad i prosent og «1,8» faktoren som utgjør oksygenbehovet i ml/min for 1 kilogrammeter arbeid. (Balke & Ware, 1959).*

Ligningen utviklet av Balke & Ware (1959) gjør at testen blir lettere å ta i bruk. Det eneste som trengs er en tredemølle, kroppsvekten til deltaker og tid til utmattelse gjerne i form av siste hastighet og/eller stigningsgrad på tredemøllen. Ved bruk av dette kan man regne ut og estimere deltakers  $VO_{2maks}$ .

Selv om  $VO_{2maks}$  er ansett som gullstandarden for å måle fysisk form, er mye av grunnlaget for sammenhengen mellom fysisk form og helse, basert på tid til utmattelse (Aadland et al., 2016). Tid til utmattelse bestemt fra Balke protokollen er for eksempel brukt i en av de mest innflytelsesrike, kohort studiene (Cooper Center Longitudinal Study) som etablerte forholdet mellom kardiorespiratorisk form og minsket risiko for tidlig død (Aadland et al., 2016; Wei et al., 1999).

Direkte måling av  $VO_{2maks}$  og andre maksimale protokoller, som Balke og Bruce protokollene, krever at de som blir testet tar seg helt ut og gjerne belaster seg mer enn de er vant til. For personer som ikke driver aktivt med kondisjonstrening eller idrett som krever



kondisjon kan dette være vanskelig. Maksimal ytelse kan mulig gi en økt risiko for uheldige hendelser hos individ med høy risiko for HKS (Sartor et al., 2013), samt være utfordrende å gjennomføre for individer med andre fysiske utfordringer (som f.eks. balanse eller smerter) som begrenser evne til maksimal ytelse. Submaksimale tester kan derfor også brukes til å kunne estimere  $VO_{2maks}$ , men estimerte  $VO_{2maks}$  verdier kan avvike fra direkte måling av  $VO_{2maks}$  (Anderssen et al., 2010).

### 3.7 Tester brukt ved frisklivssentraler

Blant voksne og eldre er gåing en av de mest vanlige måtene å vær fysisk aktiv på (Grazzi et al., 2014) og er en relativt enkel ferdighet som innebærer bruk av over 50% av kroppens muskelmasse (Weber, Wilson, Janicki, & Likoff, 1984). For alle typer tester er det viktig at testene måler det de skal (validitet) og at testen blir utført skikkelig, gjerne flere ganger, for å sikre at målingene ikke blir feil (reliabilitet) (Heyward & Gibson, 2014). Validitet og reliabilitet blir utfordret hver gang man skal måle fysisk form, spesielt i en submaksimal setting når man går bort ifra å måle det man faktisk skal. Ved frisklivssentraler, hvor tid og utstyr kan være begrenset, utelukker dette derfor en direkte måling av kardiorespiratorisk form som mål på fysisk form, men i slike situasjoner kan det benyttes felttester som både er maksimale og submaksimale.

#### 3.7.1 6-minutters gangtest

En av felttestene som blir brukt på flere frisklivssentraler er en submaksimal 6-minutters gangtest. Denne testen ble i utgangspunktet utviklet som en 12-minutters gangtest av McGavin, Gupta, & McHardy (1976) for å kunne gjøre rede for uførheten hos pasienter med kronisk bronkitt, men Butland, Pang, Gross, Woodcock, & Geddes (1982) fant at 6-minutter ga mindre variasjon i resultatene enn ved bruk av 12-minutter. Målet med denne testen er at individet skal gå så langt som mulig på 6-minutter uten å løpe (Redaksjonen Idebank, 2017). For å gjøre det lettere å tolke resultatene, samt sammenligne forskjellige aldersgrupper for begge kjønn, produserte Tveter, Dagfinrud, Moseng, & Holm (2014) referanseverdier for denne testen. Ettersom at deltakere ved frisklivssentraler kan benytte seg av denne testen før en rehabilitering- eller treningsperiode starter, kan testen måle om deltaker har hatt en positiv effekt av oppfølgingsperioden. Etter endt oppfølging bør endringen ha økt med ca. 50 meter for å kunne si at det er skjedd en reell endring (Redaksjonen Idebank, 2017; Redelmeier, Bayoumi, Goldstein, & Guyatt, 1997). Hvis endringen ikke er mer enn ca. 50 meter kan dette bety at deltakeren kun har hatt en læringseffekt av testen. En læringseffekt betyr at prestasjon i en gitt oppgave vil bli litt bedre for hver gang den blir gjennomført (Mosheiov, 2001).

Hernandes et al. (2011) og Sciruba et al. (2003) undersøkte læringseffekten av 6-minutters gangtesten i pasienter med KOLS og fant en økning i prestasjon fra en test til en annen (uten trening mellom tester) på ca. syv prosent. Hernandes et al. (2011) konkluderte videre med at en endring på over 27 meter viser en reell endring.

### *3.7.2 Trappetest*

Frisklivssentralene benytter seg også av andre tester som trappetesten hvor målet er å gå opp og ned 18 trinn så fort som mulig, 3 ganger (uten å hoppe over noen steg). For å kunne si at det har skjedd en reell endring ved bruk av denne testen, bør deltaker ha forbedret prestasjonen med ca. 8 sekunder (Tveter et al., 2014).

### *3.7.3 UKK-testen*

UKK-testen er også en som blir benyttet på frisklivssentraler. Denne testen ble utviklet av «Urho Kaleva Kekkonen Instituttet for Helsefremmende Forskning» (UKK instituttet) og er basert på omfattende forskning (Oja, Laukkanen, Pasanen, Tyry, & Vuori, 1991; Oja et al., 2013). Målet med testen er å gå 2 km så fort som mulig. Resultatene blir registrert som en «fysisk form score», sammensatt av deltakers alder, kjønn, høyde, vekt, tid brukt på 2 km og hjertefrekvens som blir målt på slutten av testen.

### *3.7.4 Fordeler og ulemper ved disse testene*

6-minutters gangtesten og trappetesten har vist å være valide, reliable, sikre og økonomiske metoder for å gjøre rede for fysisk form til både pasienter med respiratoriske- og sirkulasjonssykdommer, samt hos den eldre populasjon (Bittner et al., 1993; Lagenfeld et al., 1990; Peeters & Mets, 1996), og for å se hvilke pasienter som har økt risiko for tidlig død av respiratoriske sykdommer (Brunelli et al., 2002). Felles for disse testene er at de er tilpasset for pasientgrupper, at de kan bli gjennomført der det er flatmark eller trapper tilgjengelig, og at de i hovedsak måler endring fra før og etter et treningsopplegg. I tillegg er de veldig tidsbesparende ettersom at flere kan gjennomføre testene samtidig. Referanseverdiene produsert av Tveter et al. (2014) gir mulighet for å kunne sammenligne deltakerne med gjennomsnittet for sine alders intervaller, men fordelene UKK-testen har fremfor de andre, er at det er utviklet en ligning som kan estimere deltakernes  $VO_{2maks}$ .

## **3.8 Estimering av maksimalt oksygenopptak**

Estimering av  $VO_{2maks}$  ved bruk av submaksimale tester stammer fra det lineære forholdet mellom ventilasjon (oksygenopptak) og arbeidsintensitet (Sartor et al., 2013). For å produsere en ligning som skal kunne estimere  $VO_{2maks}$  fra en submaksimal test, må først et utvalg personer teste den submaksimale testen i tillegg til å gjøre en maksimal test med direkte

måling av  $VO_{2maks}$ . Slike ligninger kan estimere  $VO_{2maks}$  med god treffsikkerhet, men har også vist seg å være spesifikke for den populasjonen som blir testet (Foster et al., 1983). Det vil si at en ligning utviklet for en test hvor deltakerne var unge friske, vil ikke være brukbar på syke og/eller eldre. Ettersom at det følger større fysisk påkjenning og flere begrensninger knyttet til utstyr og tid ved direkte  $VO_{2maks}$  måling, har flere submaksimale målemetoder for å estimere  $VO_{2maks}$  blitt mer og mer brukt (Cardinal, 1996).

Nemeth et al. (2009) estimerte  $VO_{2maks}$  ved bruk av en submaksimal tredemølle protokoll, hos overvektige barn med god treffsikkerhet ( $R^2 = 0.75$ ).  $R^2$  verdier forteller oss hvor mange estimeringsverdier som treffer regresjonslinjen etter analysen. I dette tilfellet betyr det at 75 % av de estimerte verdiene vil ligge på selve regresjonslinjen.

Zakariás, Petrekanits, & Laukkanen (2003) validerte UKK-testen i en studie som inkluderte 87 sedate og moderat aktive, ungarske, menn (24-62 år). Resultatene viste en sterk korrelasjon ( $r = 0.85$ ) mellom  $VO_{2maks}$  og estimert  $VO_{2maks}$  og konkluderte med at UKK-testen kan brukes som en valid test for å måle aerob kapasitet hos ungarske menn.

I en review av Noonan & Dean (2000) så de på studier som målte treffsikkerheten til flere forskjellige, submaksimale, tredemølle og felttester. De konkluderte med at submaksimale tester overkommer mange av begrensningene (som f.eks. utstyr, tid og hard fysisk belastning) som oppstår ved direkte måling av  $VO_{2maks}$ , men submaksimale tester bør bli utbedret slik at evaluering-, diagnostiserings-, og behandlings metodene blir mer effektive og treffsikre for individ med begrensninger i hverdagen (Noonan & Dean, 2000).

### 3.9 Viktigheten av estimering av maksimalt oksygenopptak

Submaksimale tester og estimering av  $VO_{2maks}$  har, som beskrevet i kapittel 3.7 og 3.8, mange fordeler over maksimale og direkte målinger av fysisk form selv om maksimale og direkte målinger gir mer troverdige og treffsikre verdier. Når man skal teste pasientgrupper er hovedfokuset pasientens helse og evne til å kunne opprettholde og/ eller øke sitt fysisk aktivitetsnivå. På en annen side er ligningene som blir utviklet for å kunne estimere fysisk form populasjonsspesifikke (Foster et al., 1983) og krever derfor at submaksimale tester blir produsert og/eller validert i forskjellige spesifikke grupper.

En av de største fordelene med å estimere  $VO_{2maks}$  ved bruk av submaksimale tester er at man kan gjøre rede for den fysiske formen til individ med lidelser som gir nedsatt gange, koordinasjon og balanse (Heyward & Gibson, 2014). I tillegg kan man måle utgangsnivået individets kondisjon er på ved første test og kunne si noe om individets fysiske form i forhold

til populasjonen. Som nevnt over er det viktig med protokoller og metoder som kan estimere  $VO_{2maks}$ , spesielt hos personer med begrensninger i hverdagen, slik at evaluerings-, diagnostiserings-, og behandlings metodene blir mer effektive og treffsikre

### *3.9.1 Den submaksimal, modifisert Balke protokollen*

Den submaksimale modifiserte Balke protokollen som er tatt i bruk i sammenheng med Frisklivssentral-studien (FLS-studien) (vedlegg 2) kan på samme måte som andre tester, måle endring fra et tidspunkt til et annet. Denne testen er veldig lik den modifiserte Balke protokollen brukt i kartleggingen av fysisk form hos voksne og eldre (Kolle, Stokke, Hansen, & Anderssen, 2012), men er gjort lettere for personer med ulike sammensatte helseutfordringer. Protokollen som ble brukt i FLS-studien starter med en tilvenning/oppvarming på tredemøllen i et selvvalgt tempo som ikke overskrider 3,5 km/t, i 2-7 minutter. Deltakeren skal ikke bli utslitt av dette og velger selv når selve testen kan starte. Første del av testen starter med at pasienten går på en flat tredemølle i 4 minutter. Etter disse 4 minuttene vil belastningen øke ved at stigningen øker med 2 %. Denne økningen vil skje hvert minutt til tredemøllen når 12 % stigning. Har deltaker mer å gi etter dette punktet, vil hastigheten øke med 0,5 km/t per minutt. Det som gjør denne testen submaksimal er at utmattelse er definert som  $RPE \geq 17$  som tilsvarer en veldig tung opplevd anstrengelse, men ikke maksimal ( $RPE = 20$ ). Denne submaksimale testen tar hensyn til gjennomførbarhet og risiko-reduksjon, men har enda ikke blitt validert.

I denne studien skal vi derfor validere den submaksimale Balke protokollen brukt i FLS-studien og produsere en ligning som kan estimere  $VO_{2maks}$ , ved bruk av en sikker og lett gjennomførbar test, for deltakere ved frisklivssentraler.

## 4.0 Metode

### 4.1 Problemstilling

- Hvor godt kan en submaksimal, modifisert Balke-protokoll estimere  $VO_{2maks}$ , som målt ved en maksimal modifisert Balke-protokoll, hos personer med høy-risiko, eller allerede etablert kroniske, livsstilsrelaterede sykdommer?

### 4.2 Studiedesign

Dette er en valideringsstudie hvor målet er å estimere  $VO_{2maks}$  ved bruk av en submaksimal, modifisert Balkeprotokol (submaksimal test, SMT) sett opp imot en maksimal, modifisert Balkeprotokoll (MT).

### 4.3 Utvalg

Jeg rekrutterte deltakere ved å personlig møte treningsgrupper på Frisklivssentralen i Sogndal, «GNIST» på Idrettssenteret Spenst, «Revmatikerlaget» og «Landsforeningen for hjerte- og lungesyke» (LHL) i Sogndal. I tillegg har Frisklivssentralen i Sogn rekruttert deltakere gjennom deltakersamtaler.

Inklusjonskriterier for deltakelse var

- Alder mellom 18 og 85 år.
- Deltaker ved Frisklivssentral eller inkludert i trening for spesifikke pasientgrupper.

Eksklusjonskriterier

- Lege har advart mot hard fysisk aktivitet.

«Gnist» er et tilbud for de som ønsker videre oppfølging innen 3 måneder etter behandling ved sykehus/rehabilitering/fysioterapeut. Gnist tilbyr veiledning for å lære hvordan man kan trene med en diagnose eller for å skape gode treningsvaner for å forebygge tilbakefall (Spenst Sogndal, 2018).

LHL gir tilbud til trening, kurs, møter og turer for personer som lider av hjerte-, kar- og/eller lungesykdom gjennom sine lokallag. I tillegg tilbyr de også behandling av hjerte-, kar- og lungelidelser ved sine medisinske klinikker og behandlingsinstitusjoner (LHL, 2019).

Revmatikerlaget er Sogndal og Leikanger Revmatikerforening, under Norsk Revmatikerforbund. Revmatikerlagets hovedaktivitet er bassentrening i Sogndal svømmehall (Norsk Revmatikerforbund, 2019).

#### 4.4 Etikk

Deltakerne måtte skrive under på et samtykkeskjema (vedlegg 1) før de ble med i studien. Deltakelse var frivillig og de ville gjennom hele studien ha valget om å trekke sitt samtykke når som helst, uten å oppgi årsak. Prosjektet er godkjent av Norsk Senter for Datalagring (NSD) (vedlegg 2).

For å kartlegge risiko for akutte hendelser under testing fylte alle deltakerne ut et egenerklæringsskjema både før SMT (vedlegg 3) og MT (vedlegg 4). For å videre ivareta deltakerne sin sikkerhet var det hengt opp et telefonnummer som hadde direkte linje til vakthavende lege ved Sogndal Legesenter på veggene i laboratoriet der testene ble gjennomført. Dette hang synlig flere steder slik at det var raskt tilgjengelig hvis det skulle være nødvendig.

#### 4.5 Gjennomføring, test protokoll og prosedyre for datainnsamling

Alle deltakerne gjennomførte SMT før MT slik at erfaringen fra MT ikke forurenset resultatene på SMT. Tilvenningen ble gjort sammen med oppvarming før test på grunnlag av at deltakerne kan bli klassifisert som pasientgrupper og skal derfor ikke bli belastet mer enn nødvendig. Målingene ble utført av meg selv og en assistent på et fysiologisk laboratorium ved Høgskulen på Vestlandet (HVL), campus Sogndal.

#### 4.6 Gjennomføring av tester

I forkant av testene fikk deltakerne forklart hensikten med testene og prosedyren som skulle følges, i tillegg til å få forklart Borg skala. Her ble det brukt manus (vedlegg 5 og 6) slik at hver deltaker fikk samme informasjon. Før SMT målte vi deltakerens høyde og vekt (uten sko, men med klærne deltakerne bruker under testen). Deltaker fikk også informasjon om at de selv kunne avslutte testen hvis de skulle oppleve smerter og/eller ubehag.

Under begge testene ble deltakerne motivert ved muntlig oppmuntring til å fortsette. For eksempel unngikk jeg å spørre om RPE var 17, men heller om den var mindre slik at de gjerne holdt ut litt lengre. I tillegg ble det brukt motiverende fraser under begge testene som: «dette ser lett ut», «stå på», «litt til» og «godt jobba», for å motivere deltakerne til å holde ut lengst mulig.

##### 4.6.1 Testprotokoll for submaksimal test.

Før oppvarming fikk deltakerne på pulsbelte og vi sjekket at puls-verdiene viste i displayet på tredemøllen, før oppvarming ble iverksatt.

Hensikten med SMT var å måle tid til utmattelse, hvor utmattelse ble definert som RPE  $\geq 17$ . Deltaker ble ikke informert på forhånd om at testen var ferdig når RPE  $\geq 17$ . Hjerterefrekvens ble målt kontinuerlig og registrert hvert minutt. RPE ble registrert ca. ti sekunder før neste steg i testen og total test tid ble målt når RPE var  $\geq 17$ .

SMT startet med en oppvarming på mellom 2-7 minutter i selvvalgt gå-tempo lavere enn 3,5 km/t, oppvarmingen fungerte også som en tilvenning til selve testen (deltakerne skulle ikke slite seg ut under oppvarming). Maksimal hastighet, RPE, HF og tid på oppvarming ble notert. Testen startet med 4 minutters gange på 4 km/t etter oppvarmingen. Deretter skjedde en regelmessig økning på 2% stigning hvert minutt (hver stigning bruker ca. 4 sekund), til møllen nådde 12% stigning. Hvis deltaker hadde mer å gi etter 12 % stigning var nådd, økte hastigheten med 0,5 km/t, per minutt, helt til  $\geq 17$ . Hver økning i stigning og hastighet definerte trinnene i testen. For hvert trinn i testen ble RPE og hjerterefrekvens (HF) målt og ført inn i eget skjema underveis (se vedlegg 3). Godkjente testresultater er definert som RPE =  $\geq 17$ . Protokollen er den samme som ble brukt i FLS-studien (vedlegg 2)

#### *4.6.2 Testprotokoll for MT*

Hensikten med MT var å måle  $VO_{2maks}$ , HF, RPE og tid til utmattelse, hvor utmattelse var definert som at deltaker ikke lenger klarer å følge belastningen på tredemøllen.

I forkant av MT ble deltaker ble koplet opp til Moxus Modular  $VO_2$  system (AEI Technologies, Pittsburgh, Pennsylvania, USA) med en maske (Hans Rudolph Inc, Kansas City, USA) som deltaker skulle puste gjennom. Masken ble sjekket for lekkasjer før oppvarming/tilvenning og test iverksettes.

Oppvarming til MT ble gjennomført i selvvalgt gå-tempo lavere enn 4 km/t på en horisontal tredemølle. Etter endt oppvarming startet testen med 4 minutters gange på 4% stigning og en hastighet på 3,8 km/t. Stigningen økte 2% hvert minutt frem til en stigning på 20 %. Hadde deltaker mer å gi etter 20 % stigning var nådd, økte hastigheten med 0,5km/t, pr minutt, helt til deltaker ikke klarte mer. Hver økning i stigning eller hastighet definerte ett trinn i testen. For hvert trinn i testen ble RPE og HF målt, og ført inn i eget skjema underveis (vedlegg 6). HF ble målt hvert 30. sekund, RPE ble målt mot slutten av hvert trinn i testen og  $VO_2$  verdier hvert 30. sekund. For å få godkjent test måtte 2 av 3 punkt oppnås: RPE = 19, respiratorisk utvekslingskvotient (RER)  $\leq 1$  og 97 % av estimert HF maks. Protokollen er den modifiserte Balke protokollen som ble brukt i KAN1 studien (vedlegg 4).

## 4.7 Data innsamling

### 4.7.1 Maksimalt oksygenopptak

Oksygenopptak ble målt under MT ved bruk av Moxus Modular VO<sub>2</sub>. Før maske ble festet på deltaker ble Moxus Modular VO<sub>2</sub> systemet kalibrert sammen med volumturbinen, som ble festet i masken for å måle inspirert O<sub>2</sub>. Moxus Modular VO<sub>2</sub> systemet ble kalibrert til både atmosfærisk O<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> metning, samt kalibrering av tilkoblet gass. Volumturbinen ble kalibrert i Moxus VO<sub>2</sub> systemets programvare ved hjelp av en pumpe på 3 L (Hans Rudolph). Turbinen ble kalibrert til stabile verdier ble oppnådd (mindre enn 5 % forskjell mellom 5 pump). Deltakers ID, kjønn, høyde og vekt ble notert inn i programvaren sammen med daværende temperatur, lufttrykk og fuktighet. Resultat av VO<sub>2maks</sub> blir oppgitt i milliliter oksygen tatt opp pr minutt, pr kilogram kroppsvekt (ml/min/kg).

### 4.7.2 Tid til utmattelse

Tid til utmattelse ble målt under SMT og MT. Under SMT ble tid til utmattelse definert ved bruk av Borg skala, RPE  $\geq$  17. Ved MT markerer ikke RPE når test skal avsluttes, men RPE blir brukt som et av 3 kriterier for å få valide VO<sub>2maks</sub> verdier. Tid til utmattelse under MT er definert som at deltaker ikke klarer å holde følge med arbeidsbelastningen.

Tabell 2: Borgs skala for opplevd anstrengelse (RPE)

<b>6</b>		<b>14</b>	
<b>7</b>	Veldig, veldig lett	<b>15</b>	Tungt
<b>8</b>		<b>16</b>	
<b>9</b>	Veldig lett	<b>17</b>	Veldig Tungt
<b>10</b>		<b>18</b>	
<b>11</b>	Lett	<b>19</b>	Veldig, veldig tungt
<b>12</b>		<b>20</b>	
<b>13</b>	Noe tungt		

### 4.7.3 Hjerterefrekvens

HF ble målt ved bruk av pulsbelte (Polar, Kempele, Finland) som kobles til Moxus Modular VO<sub>2</sub> systemet. Nes et al. (2013) sin formel ( $211 - 0,64 * 100$ ) ble tatt i bruk for å estimere maks HF og kunne vurdere hvor nært deltakerne var å nå sin maksimale HF under MT. På bakgrunn av at estimering av VO<sub>2maks</sub> ofte stammer fra det lineære forholdet mellom ventilasjon (oksygen opptak) og arbeids intensitet (økt puls), ble også HF målt under SMT, selv om det ikke er i protokollen brukt i FLS-studien.



#### 4.7.4 RER

Det som måles ved RER er differansen mellom ekspirert CO<sub>2</sub> og inspirert O<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> / O<sub>2</sub>). RER  $\geq 1.00$  var et av kriteriene for å få godkjent MT, ettersom at en RER verdi på over 1.00 vil representere at det fysiske arbeidet var veldig belastende og nært eller over deltakers anaerobe terskel.

#### 4.7.5 Kvalitetssikring av data

Testprotokollene var programmert inn i tredemøllen som ble brukt og samme tredemølle ble brukt for hver test. Hver dag før første test ble gjennomført ble testprotokollene som ligger innebygd i tredemøllen sjekket for endringer eller andre feil. Moxus Modular VO<sub>2</sub> systemet ble kalibrert hver dag før MT slik at O<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> nivåene var i samsvar med nivåene i atmosfæren. O<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> analysatoren ble kontrollert for målenøyaktighet ved hjelp av en 3 liters standardisert volumpumpe (pumpe model 5530, Hans Rudolph, INC., Kansas City, USA). Hver gang maske og ventil ble byttet mellom deltakere, ble også O<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> analysatorene bli kontrollert og kalibrert for målenøyaktighet.

Hver maske som ble koblet på Moxus Modular VO<sub>2</sub> systemet var tilpasset hver deltaker og testet for lekkasje før test. Måten dette ble kontrollert på var er at deltaker blåste bestemt ut inni masken, forsker holdt for ventilen slik at eventuelle lekkasjer i masken ville bli gjort rede for.

#### 4.8 Statistiske analyser

Gjennomsnitt med standardavvik vises for demografiske variabler (kjønn, alder og vekt) og VO<sub>2maks</sub>, estimert VO<sub>2maks</sub> og tid til utmattelse. VO<sub>2maks</sub> verdiene er gjennomsnittet av de to høyeste verdiene som ble oppnådd ved MT og oppgitt i ml/kg/min.

For å estimere VO<sub>2maks</sub> fra SMT ble det gjort flere regresjonsanalyser hvor målt VO<sub>2maks</sub> var den avhengige variabelen. For modell 1 var tid til utmattelse fra SMT ( $x_1$ ), vekt ( $x_2$ ), alder ( $x_3$ ), kjønn (kvinner kodet som 1 og menn kodet som 2) ( $x_4$ ) uavhengige variabler. For modell 2 la vi til høyeste HF (i prosent) av estimert maks HF, fra SMT ( $x_5$ ) som uavhengig variabel for å fastslå ligningen som passet best (høyeste forklarte variasjon, R<sup>2</sup>). Korrelasjons analyse ble gjennomført (ved bruk av «Pearson r») (veldig svak korrelasjon:  $r = 0,00 - 0,19$ , svak:  $r = 0,20 - 0,39$ , moderat:  $r = 0,40 - 0,59$ , sterk:  $r = 0,60 - 0,79$  og veldig sterk:  $r = 0,80 - 1,00$  (Evans, 1996)). Treffsikkerhet er vist som standard feil av estimatet (SEE).

Utførelse av statistiske analyser ble gjort ved bruk av IBM SPSS Statistics, versjon 25 (Armonk, New York, USA). Statistisk signifikant er satt til  $p \leq 0,05$ . Utvalget i studien består

av deltakere som har gjennomført begge testene og nådd kriterier for godkjent MT (N=18). De som ble ekskludert er deltakere (N=5) som ikke nådde kriteriene ( $RER \geq 1$ ,  $RPE \geq 18$  og 95% av estimert HF maks) for godkjent MT.

## 5.0 Referanseliste

- Aadland, E., Solbraa, A. K., Resaland, G. K., Steene-Johannessen, J., Edvardsen, E., Hansen, B. H., & Anderssen, S. A. (2016). Reference Values for and Cross-validation of Time to Exhaustion on a Modified Balke Protocol in Norwegian Men and Women. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*.
- Afshin, A., Sur, P. J., Fay, K. A., Cornaby, L., Ferrara, G., Salama, J. S., . . . Murray, C. J. L. (2019). Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, *393*(10184), 1958-1972. doi:10.1016/s0140-6736(19)30041-8
- Anderssen, S. A., Hansen, B. H., Kolle, E., Lohne-Seiler, H., Edvardsen, E., & Holme, I. (2010). *Fysisk form blant voksne og eldre i Norge*. Hentet fra: <https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/714/Fysisk-form-blant-voksne-og-eldre-resultater-fra-en-kartlegging-i-2009-2010-IS-1816.pdf>
- Anderssen, S. A., & Stømme, S. B. (2001). Fysisk aktivitet og helse - anbefalinger. *Den Norske Legeforening*, *121*.
- Arena, R., Myers, J., Williams, M. A., Gulati, M., Kligfield, P., Balady, G. J., . . . Fletcher, G. (2007). Assessment of Functional Capacity in Clinical and Research Settings. *Circulation*, *116*(3), 329-343. doi:10.1161/circulationaha.106.184461
- Aspenes, S. T., Nilsen, T. I. L., Skaug, E.-A., Bertheussen, G. F., Ellingsen, Ø., Vatten, L., & Wisløff, U. (2011). Peak Oxygen Uptake and Cardiovascular Risk Factors in 4631 Healthy Woman and Men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *43*(8). doi:10.1249/MSS.0b013e31820ca81c.
- Astornio, T. A., Robergs, R. A., Ghiasvand, F., Marks, D., & Burns, S. (2000). Incidence of the Oxygen Plateau at VO<sub>2</sub>max During Exercise Testing to Volitional Fatigue. *Journal of Exercise Physiology Online*, *3*(4).
- Balke, B., & Ware, R. W. (1959). An experimental study of "physical fitness" of air force personnel. *U. S. Armed Forces Medical Journal*, *10*(6), 675-688.
- Basset, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *32*(1), 70-84.
- Bittner, B., Weiner, D. H., Yusuf, S., Rogers, W. J., McIntyre, K. M., Bangdiwala, S. I., . . . Bourassa, M. G. (1993). Prediction of Mortality and Morbidity With a 6-Minute Walk

- Test in Patients With Left Ventricular Dysfunction. *Journal of the American Medical Association*, 270(14), 1702-1707.
- Blair, S. N. (1989). Physical Fitness and All-Cause Mortality. *JAMA*, 262(17), 2395.  
doi:10.1001/jama.1989.03430170057028
- Booth, F. W., Chakravarthy, M. V., Gordon, S. E., & Spangenburg, E. E. (2002). Waging war on physical inactivity: using modern molecular ammunition against an ancient enemy. *Journal of Applied Physiology*, 93(1), 3-30. doi:10.1152/jappphysiol.00073.2002
- Borg, G. A. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381.
- Breivik, G., & Rafoss, K. (2017). *Fysisk aktivitet; omfang, tilrettelegging og sosial ulikhet*.
- Brubaker, P. H., & Kitzman, D. W. (2011). Chronotropic Incompetence: Causes, Consequences, and Management. *Circulation*, 123(9), 1010-1020.  
doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.110.940577
- Brunelli, A., Al Refai, M., Monteverde, M., Borri, A., Salati, M., & Fianchini, A. (2002). Stair Climbing Test Predicts Cardiopulmonary Complications After Lung Resection\*. *CHEST*, 121(4), 1106-1110.
- Butland, R. J., Pang, J., Gross, E. R., Woodcock, A. A., & Geddes, D. M. (1982). Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *BMJ*, 284(6329), 1607-1608.  
doi:10.1136/bmj.284.6329.1607
- Byrne, N. M., Hills, A. P., Hunter, G. R., Wieinsier, R. L., & Schutz, Y. (2005). Metabolic Equivalent: One Size Does Not Fit All. *Journal of Applied Physiology*, 99.  
doi:10.1152/jappphysiol.00023.2004
- Cardinal, B. J. (1996). Predicting Cardiorespiratory Fitness Without Exercise Testing in Epidemiologic Studies: A Concurrent Validity Study. *Journal of Epidemiology*, 6(1).
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2).
- Dahlgren, G., & Whitehead, M. (1991). Policies and strategies to promote social equity in health. *Institute for futures studies*.
- Dawes, H. N., Barker, K. L., Cockburn, J., Roach, N., Scott, O., & Wade, D. (2005). Borg's Rating of Perceived Exertion Scales: Do the Verbal Anchors Mean the Same for Different Clinical Groups? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(5), 912-916. doi:10.1016/j.apmr.2004.10.043

- Day, M. L., McGuian, M. R., Brice, G., & Foster, C. (2004). Monitoring Exercise Intensity During Resistance Training Using the Session RPE Scale. *Journal of Strength and Conditioning*, 28(2), 353-358.
- Duque, I., Parra, J.-H., & Duvallet, A. (2009). Physical Deconditioning in Chronic Low Back Pain. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 41, 262-266. doi:10.2340/16501977-0324
- Ehrman, J. K., Kerrigan, D. J., & Keteyian, S. J. (2018). *Advanced Exercise Physiology: Essential Concepts and Applications*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Evans, J. D. (1996). *Straightforward statistics for the behavioral sciences*. Pasific Grove. Brooks/Cole Publishing
- Folkehelseinstituttet. (2014). Kunnskapskilder for folkehelse. Hentet fra: <https://www.fhi.no/nettpub/hin/kunnskap-om-folkehelse/kunnskapskilder-for-folkehelse/#hvorfor-trenger-vi-kunnskap-om-folkehelse>
- Foster, C., Jackson, A. S., Pollock, M. L., Taylor, M. M., Hare, J., Sennett, S. M., . . . Schmidt, D. H. (1983). Generalized equations for predicting functional capacity from treadmill performance. *American Heart Journal*, 107, 1229-1234.
- Frisklivssentralen Modum. (2016). Vår historie. Hentet fra: [https://frisklivssentralen.no/for\\_ansatte/](https://frisklivssentralen.no/for_ansatte/)
- Frøyd, C., Madsen, Ø., Sæterdal, R., Tønnesen, E., Wisnes, A. R., & Aasen, S. B. (2010). *Utholdenhet - trening som gir resultater* (S. B. Aasen Ed.). Oslo: Akilles.
- Fugelli, P., & Ingstad, B. (2001). Helse - slik folk ser det. *Tidsskriftet Den Norske Legeforening*, 30(121).
- Gellish, R. L., Goslin, B. R., Olson, R. E., Mcdonald, A., Russi, G. D., & Moudgil, V. K. (2007). Longitudinal Modeling of the Relationship between Age and Maximal Heart Rate. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. doi:10.1097/mss.0b013e31803349c6
- Grazzi, G., Myers, J., Bernardi, E., Terranova, F., Grossi, G., Codecà, L., . . . Chiaranda, G. (2014). Association between VO2 peak estimated by a 1-km treadmill walk and mortality. A 10-year follow-up study in patients with cardiovascular disease. *International Journal of Cardiology*, 173(2), 248-252. doi:10.1016/j.ijcard.2014.02.039
- Gössling, S. (2013). Urban transport transitions: Copenhagen, city of cyclist. *Journal of transport geography*.
- Hansen, B. H., Kolle, E., Steene-Johannessen, J., Dalene, K. E., Ekelund, U., & Anderssen, S. A. (2019). Monitoring population levels of physical activity and sedentary time in Norway across the lifespan. *Wiley*.

- Haskell, W. L., Montoye, H. K., & Orenstein, D. (1985). Physical Activity and Exercise To Achieve Health-Related Physical Fitness Components. *Public Health Reports*, 100(2).
- Helse- og omsorgsdepartementet. (2013). *Folkehelsemeldingen. God helse – felles ansvar* (Meld. St. 34 (2012-2013)). Bergen: Fagbokforlaget. Hentet fra:  
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld-st-34-20122013/id723818/sec1>
- Helsedirektoratet. (2016a). Anbefalinger fysisk aktivitet. Hentet fra:  
<https://helsedirektoratet.no/folkehelse/fysisk-aktivitet/anbefalinger-fysisk-aktivitet>
- Helsedirektoratet. (2016b). Hva er en frisklivssentral? Hentet fra:  
<https://helsedirektoratet.no/folkehelse/frisklivssentraler/hva-er-en-frisklivssentral>
- Helsedirektoratet. (2016c). *Veileder for kommunale frisklivssentraler. Etablering, organisering og tilbud*. Oslo: Helsedirektoratet. Hentet fra:  
[https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/53/Veileder%20for%20kommunale%20frisklivssentraler\\_IS1896.pdf](https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/53/Veileder%20for%20kommunale%20frisklivssentraler_IS1896.pdf).
- Hernandes, N. A., Wouters, E. F. M., Meijer, K., Annegarn, J., Pitta, F., & Spruit, M. A. (2011). Reproducibility of 6-minute walking test in patients with COPD. *European Respiratory Journal*, 38(2), 261-267. doi:10.1183/09031936.00142010
- Heyward, V. H., & Gibson, A. L. (2014). *Advanced Assessment and Exercise Prescription* (7th. ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Hill, A. V., Long, C. N. H., & Lupton, H. (1924). Muscular Exercise, Lactic Acid and the Supply and Utilisation of Oxygen. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 97(682), 155-176. doi:10.1098/rspb.1924.0048
- Hjort, P. F. (1994). *Helse for Alle! Foredrag og artikler 1974-93: Folkehelse*. Statens Institut for Folkehelse.
- Institute for Health Metrics and Evaluation. (2018). *Healthdata Norway*. Hentet fra:  
[www.healthdata.org/norway](http://www.healthdata.org/norway)
- Jones, A. M., & Poole, D. C. (2005). *Oxygen uptake kinetics*. New York: Routledg.
- Kline, G. M., Porcari, J. P., Hintermeister, R., Freedson, P. S., Ward, A., McCarron, R. F., . . . Rippe, J. M. (1987). Estimation of VO<sub>2</sub>max from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 19(3).
- Kohl, H. W., Craig, C. L., Lambert, E. V., Inoue, S., Alkandari, J. R., Leetongin, G., & Kahlmeier, S. (2012). The pandemic of physical inactivity: global action for public health. *Lancet*. doi:10.1016/S0140-6736(12)60898-8
- Kolle, E., Stokke, J. S., Hansen, B. H., & Anderssen, S. (2012). *Fysisk aktivitet blant 6-, 9-, og 15-åringer i Norge Resultater fra en karlegging i 2011*. Oslo Hentet fra:

- <https://helsedirektoratet.no/publikasjoner/fysisk-aktivitet-blant-6-9-og-15-aringer-i-norge-resultater-fra-en-kartlegging-i-2011>.
- Lagenfeld, H., Schneider, B., Grimm, W., Beer, M., Knoche, M., Riegger, G., & Kochsiek, K. (1990). The Six-Minute Walk - An Adequate Exercise Test for Pacemaker Patients? *Pacing and Clinical Electrophysiology*, 13.
- Larsen, G. E., George, J. D., Alexander, J. L., Fellingham, G. W., Aldana, S. G., & Parcell, A. C. (2002). Prediction of Maximum Oxygen Consumption from Walking, Jogging, or Running. 73(1), 66-72. doi:10.1080/02701367.2002.10608993
- Laukkanen, J. A., Kurl, S., & Salonen, J. T. (2002). Cardiorespiratory fitness and physical activity as risk predictors of future atherosclerotic cardiovascular diseases. *Current Atherosclerosis Reports*, 4(6), 468-476. doi:10.1007/s11883-002-0052-0
- Lee, I.-M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., & Katzmarzyk, P. T. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable disease worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet*, 380, 219-229. doi:10.1016/S0140-6736(12)61031-9
- Lee, I. M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., & Katzmarzyk, P. T. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet*, 380(9838), 219-229. doi:10.1016/s0140-6736(12)61031-9
- LHL. (2019). Om LHL. Hentet fra: <https://www.lhl.no/om-lhl/>
- Mailey, E. L., White, S. M., Wójcicki, T. R., Szabo, A. N., Kramer, A. F., & McAuley, E. (2010). Construct validation of a non-exercise measure of cardiorespiratory fitness in older adults. *BMC Public Health*, 10(1), 59. doi:10.1186/1471-2458-10-59
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2010). *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance* (7th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- McGavin, C. R., Gupta, S. P., & McHardy, G. J. R. (1976). Twelve-minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *British medical journal*, 1, 822-823.
- Midgley, A. W., McNaughton, L. R., Polman, R., & Marchant, D. (2007). Criteria for Determination of Maximal Oxygen Uptake. A Brief Critique and Recommendations for Future Research. *Sports Medicine*, 37(12), 1019-1028.
- Mosheiov, G. (2001). Parallel machine scheduling with a learning effect. *Journal of the Operational Research Society*, 52(10), 1165-1169. doi:10.1057/palgrave.jors.2601215
- Myers, J., Buchanan, N., Walsh, D., Kraemer, M., McAuley, P., Hamilton-Wessler, M., & Froelicher, V. F. (1991). Comparison of the ramp versus standard exercise protocols.

- Journal of the American College of Cardiology*, 17(6), 1334-1342. doi:10.1016/s0735-1097(10)80144-5
- Mæland, J. G. (2009). *Hva er helse* (Vol. 29). Oslo: Universitetsforl.
- Mæland, J. G. (2012). *Forebyggende helsearbeid*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Mæland, J. G. (2016). *Forebyggende helsearbeid - folkehelsearbeid i teori og praksis*. (4th ed.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Nauman, J., Tauschek, L. C., Kaminsky, L. A., Nes, B. M., & Wisløff, U. (2017). Global Fitness Levels: Findings From a Web-Based Surveillance Report. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 60(1), 78-88.
- Nemeth, B. A., Carrel, A. L., Eickhoff, J., Clark, R. R., Peterson, S. E., & Allen, D. B. (2009). Submaximal Treadmill Test Predicts  $\dot{V}O_2$ max in Overweight Children. *154*(5), 677-681.e671. doi:10.1016/j.jpeds.2008.11.032
- Nes, B. M., Janszky, I., Wisløff, U., Støylen, A., & Karlsen, T. (2013). Age-predicted maximal heart rate in healthy subjects: The HUNT Fitness Study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23, 697-704. doi:0.1111/j.1600-0838.2012.01445.x
- Noonan, V., & Dean, E. (2000). Submaximal Exercise Testing: Clinical Application and Interpretation. *Physical Therapy*. doi:10.1093/ptj/80.8.782
- Norsk Revmatikerforbund. (2019). Sogndal og Leikanger Revmatikerforening. Hentet fra: <https://www.revmatiker.no/ditt-lokallag/sogn-og-fjordane/sogndalogleikanger-revmatikerforening/>
- Oja, P., Laukkanen, R., Pasanen, M., Tyry, T., & Vuori, I. (1991). A 2-km Walking Test for Assessing the Cardiorespiratory Fitness of Healthy Adults. *International Journal of Sports Medicine*, 12, 356-362.
- Oja, P., Mänttari, A., Pokki, T., Kukkonen-Harjula, K., Laukkanen, R., Malmberg, J., . . . Suni, J. (2013). *UKK Walk Test. Tester's guide*. In K. Ojala (Ed.).
- Ommundsen, Y., & Aadland, A. A. (2009). *Fysisk inaktive blant voksne i Norge. Hvem er inaktive - og hva motiverer til økt fysisk aktivitet?* Hentet fra: <https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/721/Fysisk-inaktive-voksne-i-norge-hvem-er-inaktive-og-hva-motiverer-til-okt-fysisk-aktivitet-IS-1740.pdf>
- Pate, R. R., Pratt, M., Blair, S. N., Haskell, W. L., Macera, C. A., Claude, B., . . . Wilmore, J. H. (1995). Physical activity and public health. A recommendation from the centers for disease control and prevention and the american college of sports medicine. *JAMA*.



- Peeters, P., & Mets, T. (1996). The 6-Minute Walk as an Appropriate Exercise Test in Elderly Patients With Chronic Heart Failure. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 51A(4), M147-M151.  
doi:10.1093/gerona/51a.4.m147
- Pietiläinen, K. H., Kaprio, J., Borg, P., Plasqui, G., Yki-Järvinen, H., Kujala, U. M., . . . Rissanen, A. (2008). Physical Inactivity and Obesity: A Vicious Circle. *Obesity*, 16(2), 409-414. doi:10.1038/oby.2007.72
- Poole, D. C., & Jones, A. M. (2017). Measurement of the maximum oxygen uptake VO<sub>2</sub>max: VO<sub>2</sub>peak is no longer acceptable. *Journal of Applied Physiology*, 122.
- Redaksjonen Idebank. (2017). 6 minutters gangtest. Hentet fra:  
<http://idebank.frisklivssentralen.no>
- Redelmeier, D. A., Bayoumi, A. M., Goldstein, R. S., & Guyatt, G. H. (1997). Interpreting Small Differences in Functional Status: The Six Minute Walk Test in Chronic Lung Disease Patients. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 155, 1278-1282.
- Robergs, R. A., & Landwehr, R. (2002). The Surprising History of the "HRmax=220-age" Equation. *Journal of Exercise Physiology Online*, 5(2).
- Samdal, G. B., Meland, E., Eide, G. E., Berntsen, S., Abildsnes, E., Stea, T. H., & Mildestvedt, T. (2018). Participants at Norwegian Healthy Life Centres: Who are they, why do they attend and how are they motivated? A cross-sectional study. *Scandinavian Journal of Public Health*, 46(7), 774-781.  
doi:10.1177/1403494818756081
- Sand, O., Sjaastad, Ø., V., & Haug, E. (2010). *Menneskets fysiologi* (Vol. 1.). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Sartor, F., Vernillo, G., de Morree, H. M., Bonomi, A. G., La Torre, A., Kubis, H.-P., & Veicsteinas, A. (2013). Estimation of maximal oxygen uptake via submaximal exercise testing in sports, clinical, and home settings. *Sports Medicine*.  
doi:10.1007/s40279-013-0068-3
- Scherr, J., Wolfarth, B., Christle, J. W., Pressler, A., Wagenpfeil, S., & Halle, M. (2013). Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 113(1), 147-155.  
doi:10.1007/s00421-012-2421-x
- Sciurba, F., Criner, G. J., Lee, S. M., Mohsenifar, Z., Shade, D., Slivka, W., & Wise, R. A. (2003). Six-Minute Walk Distance in Chronic Obstructive Pulmonary Disease.

- American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 167(11), 1522-1527.  
doi:10.1164/rccm.200203-166oc
- Shepard, R. J., & Balandy, G. J. (1999). Exercise as cardiovascular therapy. *Clinical cardiology: new frontiers*. doi:10.1161/01.CIR.99.7.963
- Spent Sogndal. (2018). GNIST. Hentet fra:  
[http://sogndal.spent.no/wsp/spent\\_sogndal/webon.cgi?func=show&func\\_id=3150&table=PUBLISH&template=underside&OPEN=3000&HEAD=GNIST](http://sogndal.spent.no/wsp/spent_sogndal/webon.cgi?func=show&func_id=3150&table=PUBLISH&template=underside&OPEN=3000&HEAD=GNIST)
- Statistisk Sentralbyrå. (2018). *Frisklivssentralar i kommunane. Ei kartlegging og analyse av førebyggjande og helsefremjande arbeid og tilbod i norske kommunar i perioden 2013-2016*. Hentet fra: [https://www.ssb.no/helse/artikler-og-publikasjoner/\\_attachment/358702?\\_ts=16557397138](https://www.ssb.no/helse/artikler-og-publikasjoner/_attachment/358702?_ts=16557397138)
- Swain, D. P., & American College of Sports Medicine. (2014). *ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing for Prescription* (7th ed. ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153-156.  
doi:10.1016/s0735-1097(00)01054-8
- Taylor, D. (2014). Physical activity is medicine for older adults. *Postgraduate Medical Journal*, 90(1059), 26-32. doi:10.1136/postgradmedj-2012-131366
- Tremblay, M., Warburton, D. E. R., Janssen, I., Paterson, D. H., Latimer, A. E., Rhodes, R. E., . . . Duggan, M. (2011). New Canadian Physical Activity Guidelines. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 36, 36-46. doi: doi:10.1139/H11-009
- Tveter, A. T., Dagfinrud, H., Moseng, T., & Holm, I. (2014). Health-Related Physical Fitness Measures: Reference Values and Reference Equations for Use in Clinical Practice. *95*(7), 1366-1373. doi:10.1016/j.apmr.2014.02.016
- Vehrs, P. R., George, J. D., Fellingham, G. W., Plowman, S. A., & Dustman-Allen, K. (2007). Submaximal Treadmill Exercise Test to Predict VO<sub>2</sub> max in Fit Adults. *11*(2), 61-72.  
doi:10.1080/10913670701294047
- Warburton, D. E. R., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. D. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal*.  
doi:10.1503/cmaj.051351
- Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., Casaburi, R., & Whipp, B. J. (1999). *Principles of Exercise Testing and Interpretation* (Vol. 3rd). Baltimore, Maryland, USA: Lippincott Williams & Wilkins.

- Weber, K. T., Wilson, J. R., Janicki, J. S., & Likoff, M. J. (1984). Exercise Testing in the Evaluation of the Patient with Chronic Cardiac Failure. *American Thoracic Society Journal*, 129.
- Wei, M., Kampert, J. B., Barlow, C. E., Nichaman, M. Z., Gibbons, L. W., Paffenbarger Jr., R. S., & Blair, S. N. (1999). Relationship Between Low Cardiorespiratory Fitness and Mortality in Normal-Weight, Overweight, and Obese Men. *JAMA*, 282(16), 1547. doi:10.1001/jama.282.16.1547
- WHO. (2013). *Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases 2013-2020*. In.
- Widmaier, E. P. (2014). *Vander's human physiology : the mechanisms of body function* (13th ed. ed.). New York: McGraw-Hill.
- World Health Organization. (1948). Definition of health. Hentet fra: <http://www.who.int/suggestions/faq/en/>
- Yoon, B.-K., Kravitz, L., & Robergs, R. (2007). VO<sub>2</sub>max, Protocol Duration, and the VO<sub>2</sub> Plateau. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. doi:10.1249/mss.0b13e318054e304
- Zakariás, G., Petrekanits, M., & Laukkanen, R. (2003). Validity of a 2-km walk test in predicting the maximal oxygen uptake in moderately active hungarian men. *European Journal of Sport Science*, 3(1).
- Øverby, N., Torstveit, M., Høigaard, R., & Stene-Larsen, G. (2011). *Folkehelsearbeid*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.

## 6.0 Cover letter

Dear editor,

We wish to submit a new manuscript entitled “Estimation of a submaximal, modified Balke protocol, in individuals with high-risk of, or established lifestyle related chronic conditions” for consideration by the BMJ Open Sports & Exercise Medicine.

The objective of our study was to validate a submaximal, modified Balke protocol and to produce an equation to estimate  $VO_{2max}$  in individuals with high-risk of, or established lifestyle related chronic conditions. We confirm that this work is original and has not been published elsewhere nor is it currently under consideration for publication elsewhere. It has not previously been reviewed nor submitted to any other journal.

In our humble opinion, the present study is important for improving assessment of cardiorespiratory fitness in this specific population and believe that the paper should be of interest for practitioners in the areas of clinical testing.

Thank you for your consideration of this manuscript.

## 7.0 Artikkel

### **Estimation of Maximal Oxygen Uptake Using a Submaximal, Modified Balke-protocol in Individuals with High-Risk of, or Established Lifestyle Related Chronic Conditions.**

Gert Sander Hamre Eike, Eivind Aadland, Ellen Eimhjellen Blom & Amund Riiser.

#### **Abstract**

**Objective:** To validate a submaximal, modified Balke protocol (SMT) and to produce an equation for estimating maximal oxygen consumption ( $\text{VO}_{2\text{max}}$ ).

**Design:** Validation study.

**Setting:** Norwegian primary care.

**Method:** In total, 23 adult participants with high-risk of or established lifestyle-related chronic diseases underwent an SMT and a maximal, modified Balke protocol (MT). Eligible criteria included: age 18-85, participating at Healthy Life Centre (HLC) and/or other group training programs for patient groups. Heart rate (HR) and rate of perceived exertion (RPE) was recorded during both tests and  $\text{VO}_{2\text{max}}$  during MT. Estimation of  $\text{VO}_{2\text{max}}$  was performed by multiple regression using time to exhaustion from SMT, sex, age and weight as independent variables. Model fit was reported using explained variance ( $R^2$ ) and standard error of the estimate (SEE).

**Results:** 18 participants (11 women and 7 men) managed to reach two of the three criteria for valid  $\text{VO}_{2\text{max}}$  values (mean  $\text{VO}_{2\text{max}} = 31.24 \pm 5.90 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ). The model fit was  $R^2 = 0.783$  ( $p \leq 0.001$ ,  $\text{SEE} = 3.14 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

**Conclusion:** The SMT is a valid protocol for assessing high-risk individual's aerobic fitness. Further research with a bigger sample size is desirable so that the best-fit model can be validated and made more accurate.

**Keywords:** *Submaximal, estimation, maximal oxygen consumption, cardiorespiratory fitness.*

#### **Strengths and Limitations of this study**

- Tests were conducted in the specific HLC, high-risk, population.
- Several intensity criteria for validating  $\text{VO}_2$  plateau.
- There was no maximal limit for days rest between tests.
- Small population size might reduce generalizability.

## Introduction

Non-communicable diseases (NCDs), such as coronary heart diseases and respiratory diseases, are the greatest health burden internationally (Roth et al., 2018). In response, Norway established a “physical activity prescription” through Healthy Life Centres (HLCs). HLCs are primary health care services that aims to provide effective, knowledge-based assistance to individuals with chronic conditions, or in high-risk of developing diseases (high-risk individuals) to change living habits (e.g. increase physical activity levels, improve diet and/or quitting tobacco use), and to help them cope with their diseases and health problems, (Samdal et al., 2018).

Cardiorespiratory fitness (CRF), is strongly associated with all-cause mortality and a longer life expectancy (Blair, 1989; Laukkanen, Kurl, & Salonen, 2002; Mailey et al., 2010). The gold standard for assessing an individual’s CRF is to directly measure their maximal oxygen consumption ( $VO_{2max}$ ), because it is closely related to the ability to use large muscle groups, over an extended period of time (Duque, Parra, & Duvallet, 2009; Kline et al., 1987; Larsen et al., 2002; Vehrs, George, Fellingham, Plowman, & Dustman-Allen, 2007).  $VO_{2max}$  was first defined by Hill, Long, & Lupton (1924) as the oxygen consumption at a training intensity where oxygen intake reaches a plateau, despite an increase in workload. Since 1924 there have been many technological advances making the process of  $VO_{2max}$  measurement easier and more accurate (Waddoups, Wagner, Fallon, & Heath, 2008), but direct  $VO_{2max}$  measures is still both time consuming and expensive. It requires capable personnel, heavy machinery and special software, in addition to relying on participants capability to push themselves to their physical limit. Reaching ones physical limit requires high motivation (Heyward & Gibson, 2014), but is critical for attaining a “true  $VO_2$  plateau” which has been shown to be a difficult task for many. In their meta-analysis examining whether participants achieved true  $VO_2$  plateau or not, Midgley & Carroll (2009) found that a plateau was achieved by 0-100 % of participants.

Measurements of  $VO_{2max}$  is often done using graded exercise tests (GXT) (Vehrs et al., 2007), which increase workload continuously throughout the duration of the test. When treadmill and cycle ergometer testing were first introduced into clinical practice, practitioners used protocols that was used by distinguished researchers, such as the Balke protocol (Balke & Ware, 1959; Myers et al., 1991). Balke & Ware (1959) developed a GXT to estimate  $VO_{2max}$  in U.S. Airforce staff and a modified version of this Balke protocol has been used during a big survey of physical fitness, among the adult and elderly in Norway

(Anderssen et al., 2010). The equation derived from Balke & Ware (1959) estimate  $\text{VO}_{2\text{max}}$  from time to exhaustion (TTE) and performs very well  $r = 0.94$  (SEE  $2.2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) (Pollock et al., 1982). On the other hand. The modified protocol used by Anderssen et al. (2010) relies on direct measurements of  $\text{VO}_{2\text{max}}$ . Aadland et al. (2016) later cross-validated and estimated  $\text{VO}_{2\text{max}}$  using the same modified Balke protocol to produce reference values from TTE. The results showed small variation between estimated  $\text{VO}_{2\text{max}}$  and measured  $\text{VO}_{2\text{max}}$  values ( $R^2 = 0.78$ , SEE =  $4.55 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

Estimation of  $\text{VO}_{2\text{max}}$  often originates from the linear relationship between ventilation and exercise intensity (Sartor et al., 2013; Waddoups et al., 2008) and because of limitations concerning equipment and physical strain when testing  $\text{VO}_{2\text{max}}$ , it can be preferable to use submaximal tests to estimate  $\text{VO}_{2\text{max}}$ , especially in clinical high-risk populations (Lennon, Denis, Grace, & Blake, 2012; Sartor et al., 2013). Several submaximal tests involving walking, running or cycling for a given time or distance have been developed for this purpose (Brunelli et al., 2002; Fitchett, 1985; Jørgensen et al., 2009; Solway, Brooks, Lacasse, & Thomas, 2001). Nemeth et al. (2009), for example, estimated  $\text{VO}_{2\text{max}}$  accurately ( $R^2 = 0.73$ ) in overweight children using a submaximal treadmill protocol. In a validation of the UKK-test (2-km walk) Zakariás, Petrekanits, & Laukkanen (2003) also estimated  $\text{VO}_{2\text{max}}$  accurately ( $r = 0.85$ ) in moderately active Hungarian men. Although useful, estimation of  $\text{VO}_{2\text{max}}$  through submaximal testing tend to be population specific (Foster et al., 1983).

Some HLCs have applied a submaximal, modified, Balke protocol, using rate of perceived exertion (RPE)  $\geq 17$  (Borg 6-20 scale) as the criterion for completing the test. Treadmills are found in most laboratories and fitness facilities (Vehrs et al., 2007) and thus easily accessible. The submaximal, modified Balke protocol is an easy, time efficient and inexpensive test overcoming many limitations concerning direct  $\text{VO}_{2\text{max}}$  measurement. Still, submaximal tests need to be improved so that the evaluation-, diagnostic, and treatment methods become more accurate and effective (Noonan & Dean, 2000). The purpose of this study is therefore to validate the submaximal, modified Balke protocol in a high-risk individual, specific population, and to produce an equation that can estimate  $\text{VO}_{2\text{max}}$  values from submaximal values like the original Balke protocol.

## Method

**Design:** In this validation study, we performed two separate tests, first one submaximal, modified Balke protocol (SMT), then a maximal, modified Balke protocol (MT). Then we established an equation to estimate  $VO_{2max}$  from the SMT. The two separate tests were conducted with a minimum of four days of rest between each. Mean rest period =  $12 \pm 11$  days, longest rest period = 51 days and shortest rest period = 5.

**Participants:** We recruited 23 adult participants (18-85 years) taking part in exercise programs for high-risk individuals and other patient group exercise programs (i.e. HLC, Union for Heart and Lung Disease, Cancer rehabilitation and rheumatism habitation). Inclusion criteria was, 1) age between 18 – 85 and 2) HLC participant and/or participating in other group exercise classes for other patient groups. Participants were not eligible if they had been advised by their doctor to avoid heavy physical work. The study was reviewed by the Norwegian Centre for Research Data and approved before tests were initiated (reference nr: 663351).

**Test procedures:** All participants gave their informed consent and completed a health declaration prior to performing any tests. We measured height (without shoes) and weight (with light clothing and no shoes) prior to testing. Information about the tests was given to each participant in a standardized manner.

**Submaximal, modified Balke protocol:** Participants performed a self-paced treadmill warm-up prior to testing (speed  $\leq 3.5$  km/h for 2-7 minutes). The test started with a walking speed of 4 km/h on a flat treadmill. After 4 minutes, the treadmill inclination increased by 2 % every minute until incline reached 12 %. If participants had not yet reached the targeted exertion (RPE  $\geq 17$ ), an increase in speed of 0.5 km/h was then applied every minute. Participants were asked to report RPE 10 seconds before each increase in workload. The test was terminated when the subject reported an RPE  $\geq 17$ .

**Maximal, modified Balke protocol:** As for the SMT, a self-paced treadmill warm-up was performed prior to testing (speed  $\leq 4$  km/h for 2-7 minutes). The maximal modified Balke protocol started with a walking speed of 3.8 km/h at 2 % inclination. After 4 minutes, inclination was increased by 2 % each minute until it reached 20 %. If participants had not yet reached their maximal voluntary exertion (not being able to keep up with workload), an increase of 0.5 km/h was then applied every minute. The test was terminated when



participants were unable to keep up with the increasing workload despite verbal encouragement.

**Measurements:** RPE and HR was recorded continuously during SMT and MT. Oxygen consumption was recorded continuously during MT. Test was considered valid if 2 of the 3 following criteria was achieved: i) RPE  $\geq 19$ , ii) respiratory exchange ratio (RER)  $\geq 1.0$  and iii) 97 % of estimated max HR (using the  $211-0.64 \cdot 100$  method) (Nes, Janszky, Wisløff, Støylen, & Karlsen, 2013). Oxygen consumption was measured using the Moxus Modular VO<sub>2</sub> system (AEI Technologies, Pittsburgh, Pennsylvania, USA), through a mask (Hans Rudolph Inc, Kansas City, USA). The mask was thoroughly checked for any leaks prior to maximal testing. VO<sub>2max</sub> was defined as the mean of the two highest, subsequent recorded values.

HR was measured using a HR chest strap (Polar, Kempele, Finland). The HR chest strap was connected to the display on the treadmill and recorded every minute simultaneously as RPE during SMT, 10 seconds before increase in workload. During MT test, HR was recorded with the same HR monitor through the Moxus software with a 30 second interval.

RPE was assessed using Borg's 6-20 scale (Borg, 1982). RPE is a simple, valid and reliable, scale to quantify the subjective feeling of exercise tolerance and exertion (Doherty, Smith, Hughes, & Collins, 2001; Kang et al., 1998).

**Statistical analysis.** Data analysis was conducted using SPSS (V. 25.0) and statistical significance was set to  $p \leq .05$ . Demographic variables (sex, age and weight), VO<sub>2max</sub> and estimated VO<sub>2max</sub> (EVO<sub>2max</sub>), TTE and HR are presented as means with standard deviation (SD) (table 1). Estimation of VO<sub>2max</sub> (mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) was done using several separate linear regressions with different dependent variables (STTE, age, weight, sex (women coded as 1 and men as 2) and HR as percentage reached of estimated max HR) to determine the equation with the best fit (highest explained variance, R<sup>2</sup>). Correlation between VO<sub>2max</sub> and EVO<sub>2max</sub> are presented with "Pearson's r", significance and SEE (very weak correlation:  $r = 0 - 0.19$ , weak:  $r = 0.20 - 0.39$ , moderate:  $r = 0.40 - 0.59$ , strong:  $r = 0.60 - 0.79$  and very strong:  $r = 0.80 - 1.00$  (Evans, 1996)). Accuracy of estimates are shown as standard error of the estimate (SEE).

## Results

Of the 23 participants, 5 were excluded for not accomplishing 2 of the 3 criteria for valid  $\text{VO}_{2\text{max}}$  measurement, leaving 18 participants for analysis, 11 women and 6 men (table 1). The correlation between STTE and time to  $\text{RPE} \geq 17$  was strong in all participants ( $r = 0.9$ ,  $p \leq 0.001$ ). The best fit estimation model was:

$$\mathbf{EVO_{2\text{max}} = 45.873 + (1.159 \cdot \text{STTE}) + (- 0.301 \cdot \text{weight}) + (- 0.264 \cdot \text{age}) + (7.627 \cdot \text{sex}).}$$

Mean  $\text{EVO}_{2\text{max}} = 31.20 \pm 5.22 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ . This model showed strong correlation between the  $\text{EVO}_{2\text{max}}$  and  $\text{VO}_{2\text{max}}$ , ( $r = 0.885$ ,  $p \leq 0.001$ ,  $\text{SEE} = 3.14$ ) with  $R^2 = 0.783$  (figure 1).

Bland-Altman plot (figure 2) shows a mean difference between  $\text{VO}_{2\text{max}}$  and  $\text{EVO}_{2\text{max}}$  of  $0 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  with no proportional bias.

Model adding HR as percentage of max HR from SMT was:

$$\mathbf{EVO_{2\text{max}} = 41.154 + (1.035 \cdot \text{STTE}) + (-0.305 \cdot \text{weight}) + (-0.283 \cdot \text{age}) + (7.894 \cdot \text{sex}). + (0.081 \cdot \text{percentage reached of estimated max HR during SMT}).}$$

Mean  $\text{VO}_{2\text{max}} = 31.25 \pm 5.25 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ . From this model correlation between  $\text{EVO}_{2\text{max}}$  and  $\text{VO}_2$  showed strong ( $r = 0.891$ ,  $p \leq 0.001$ ,  $\text{SEE} = 3.18$ ).  $R^2 = 0.794$  (figure 3). Bland-Altman plot (figure 4) shows a mean difference between  $\text{VO}_{2\text{max}}$  and  $\text{EVO}_{2\text{max}}$  of  $0 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  with no proportional bias.

## Discussion

This study shows that the SMT used by HLCs in Norway, is a valid method to estimate  $VO_{2max}$  in high-risk individuals, using the STTE, weight, age and sex model from the present study. The current data demonstrates very strong correlation between  $EVO_{2max}$  and  $VO_{2max}$  and small variations from regression line from both models, and match with previously published literature on estimation of  $VO_{2max}$  (Aadland et al., 2016; Nemeth et al., 2009; Vehrs et al., 2007). Analysis of Bland Altman plots (figure 2 and 4) resulted in no proportional bias. The SMT used at HLCs do not require measurements of HR, but we wanted to see if it had an outcome on the estimated values based on the fact that estimation of  $VO_{2max}$  is derived from the linear relationship between ventilation (oxygen consumption) and exercise intensity (i.e. HR) (Sartor et al., 2013; Waddoups et al., 2008). Adding HR to one of the models did not influence the outcome, making both model outcomes similar. Given that the results from both models presented in this study are similar, there is no reason for practitioners to add measurements of HR in the SMT.

Mean days of rest between tests, among all participants were  $12 \pm 11$  days. Two participants had a relatively long period between tests (28 and 51 days). Rest days were not controlled and long periods between tests, might result in variations in performance. For instance, if the participant having 51 days between each test exercised regularly. Factors related to test performance such as body composition and CRF might have changed between tests, making the first test not representable for that individual. Increased CRF will naturally improve TTE, but also change the participants understanding of Borg scale

Individuals with low experience of strenuous exercise and/or physical limitations (i.e. pain or dizziness) might state a higher RPE than necessary during tests. Borg's scale relies on verbal anchors connected to the different scores of RPE which can cause a problem when applying it to a clinical setting. It is possible that high-risk individuals have altered meanings of the verbal anchors than the population who were used to construct the scale (Dawes et al., 2005). Borg also wrote that if a person believes that a plastic glass is "very light", this might be because the perceived heaviness of the glass is a certain distance below the mean of this person's sample of experiences (Borg, 1982). Some of the participants in this study, stepped on to a treadmill for the first time in their life, when performing the SMT, thus having no prior experience. Many of the participants utilize these exercise programs (especially HLCs) to become more active and to get a healthier lifestyle (Samdal et al., 2018) which can further state that the participants in this study are not used to strenuous exercise. When feelings of

unpleasantness, pain and/ or demotivation occur, RPE might be stated by the participant to be higher than it actually should be, due to lack of experiences related to treadmill walking, but also to one's feelings during heavy physical work, and how one should cope with those feelings. Some of the participants stated RPE = 20 up to three times before they reached physical exertion, proving that they might have overrated their own RPE.

Participants were allowed to slightly support themselves if feelings of pain or dizziness occurred. However, supporting oneself during a  $VO_{2max}$  test can increase TTE and overestimate  $VO_{2max}$  (Manfre et al., 1994) in a setting where participants only undergo an SMT. In our study participants supporting themselves during SMT also used support during MT to standardize the test condition. In, for example, a cross-validation of this estimation model,  $VO_{2max}$  might be overestimated, as stated by (Manfre et al., 1994). Using support during direct measures of  $VO_{2max}$  will probably also give higher  $VO_{2max}$  values since the participants will decrease the workload initiated by the GXT and therefore work against the GXTs purpose. This might increase both TTE and  $VO_{2max}$  values.

TTE on the MT in our study was  $13 \pm 2.2$  minutes exceeding the traditional, optimal,  $VO_{2max}$  test duration ( $10 \pm 2$  minutes) (Froelicher, Noguera, Davis, Stewart, & Triebwasser, 1975; Pollock et al., 1982). This could be explained by the fact that some participants used support during MT. Results from Froelicher et al. (1975) found that fit individuals had greater TTE than sedentary individuals, using the Balke protocol supporting themselves. This causes individuals to seem fitter than they are. Even though TTE from this study exceeded the optimal 8-12-minute window for  $VO_{2max}$  testing, Midgley, Bentley, & Millet (2008), found in their review that studies using treadmill protocols lasting 5 minutes and 26 minutes, produced similar  $VO_{2max}$  measurements as the protocols lasting 8-12 minutes. Given that TTE from this study exceeded the optimal 8-12-minute duration slightly, and that Midgley et al. (2008) found similar results in much shorter and longer treadmill times, might show that slight support during  $VO_{2max}$  testing, in a clinical setting, does not affect the measurements too much.

Equations for estimating  $VO_{2max}$  in specific populations has shown to produce valid and reliable measures (Foster et al., 1983; Nemeth et al., 2009; Vehrs et al., 2007). Estimation using the UKK-test is a simple method and can be applied in bigger groups of participants, but since it is a self-paced test, it requires a large area of flat ground. The SMT validated in this study is also a valid, reliable, safe, inexpensive and time efficient test. In addition, since it only requires a treadmill and Borg scale, it might be easier to reproduce. Given that treadmills

are accessible in most fitness facilities and laboratories also make the test setting standardized and not limited by climate or weather, thus easier to reproduce in other fitness facilities and laboratories. Using the best fit model from this study will allow HLCs to be able to compare their participants with national reference values and ultimately define the health-risk of this specific population.

### **Strengths and limitations**

One strength of this study is the fact that the participants who underwent both tests are the specific population that the SMT is intended for. Although there might be a risk of adverse events in maximal testing high-risk, safety measure had been made (i.e. health declaration prior to test and visible direct-line phone number to doctor on duty) to ensure the participants safety. Another strength is that the criteria for approved test was set before all participants underwent both tests. In addition, the present study provides one equation that does not require HR monitoring which will lower limitations for estimation of  $VO_{2max}$ . On the other hand, the present study is not absent from weaknesses. Even though the population is specific, the small sample size might reduce the equations accuracy when applied to other high-risk individuals.

It is desirable for more extensive research and further validation of this SMT protocol, on this specific population, to further improve the primary health service that the HLCs provide.

### **Conclusion**

The present study found strong correlation between  $EVO_{2max}$  and  $VO_{2max}$  in high-risk individuals and demonstrates that the SMT can be used as a valid measure to estimate  $VO_{2max}$  in high-risk individual's, and thus forth their physical fitness. I suggest a study that examine the same two tests used in this study, with more participants (exclusively from HLCs) so that the suggested model can be cross-validated in an independent sample. The best-fit model was:  $EVO_{2max} = 45.873 + (1.159 \cdot STTE) + (- 0.301 \cdot weight) + (- 0.264 \cdot age) + (7.627 \cdot sex)$  based on the small variation and simplicity.

## **Acknowledgments**

This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors. Appreciation is extended Sogn HLC for helping with the recruitment of participants. We would also like to thank Nicolay Stien for assistance during the testing and everyone included in this study for their participation.

## References

- Aadland, E., Solbraa, A. K., Resaland, G. K., Steene-Johannessen, J., Edvardsen, E., Hansen, B. H., & Anderssen, S. A. (2016). *Reference Values for and Cross-validation of Time to Exhaustion on a Modified Balke Protocol in Norwegian Men and Women*. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*.
- Anderssen, S. A., Hansen, B. H., Kolle, E., Lohne-Seiler, H., Edvardsen, E., & Holme, I. (2010). *Fysisk form blant voksne og eldre i Norge*. Retrieved from <https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/714/Fysisk-form-blant-voksne-og-eldre-resultater-fra-en-kartlegging-i-2009-2010-IS-1816.pdf>
- Balke, B., & Ware, R. W. (1959). An experimental study of "physical fitness" of air force personnel. *U. S. Armed Forces Medical Journal*, *10*(6), 675-688.
- Blair, S. N. (1989). Physical Fitness and All-Cause Mortality. *JAMA*, *262*(17), 2395. doi:10.1001/jama.1989.03430170057028
- Borg, G. A. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *14*(5), 377-381.
- Brunelli, A., Al Refai, M., Monteverde, M., Borri, A., Salati, M., & Fianchini, A. (2002). Stair Climbing Test Predicts Cardiopulmonary Complications After Lung Resection\*. *CHEST*, *121*(4), 1106-1110.
- Dawes, H. N., Barker, K. L., Cockburn, J., Roach, N., Scott, O., & Wade, D. (2005). Borg's Rating of Perceived Exertion Scales: Do the Verbal Anchors Mean the Same for Different Clinical Groups? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *86*(5), 912-916. doi:10.1016/j.apmr.2004.10.043
- Doherty, M., Smith, P. M., Hughes, M. G., & Collins, D. (2001). Rating of perceived exertion during high-intensity treadmill running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *33*(11), 1953-1958.
- Duque, I., Parra, J.-H., & Duvallet, A. (2009). Physical Deconditioning in Chronic Low Back Pain. *Journal of Rehabilitation Medicine*, *41*, 262-266. doi:10.2340/16501977-0324
- Evans, J. D. (1996). *Straightforward statistics for the behavioral sciences*. Pacific Grove. Brooks/Cole Publishing
- Fitchett, M. A. (1985). Predictability of VO<sub>2</sub> max from submaximal cycle ergometer and bench stepping tests. *British Journal of Sports Medicine*, *19*(2), 85-88. doi:10.1136/bjism.19.2.85

- Foster, C., Jackson, A. S., Pollock, M. L., Taylor, M. M., Hare, J., Sennett, S. M., . . . Schmidt, D. H. (1983). Generalized equations for predicting functional capacity from treadmill performance. *American Heart Journal*, *107*, 1229-1234.
- Froelicher, V. F., Noguera, I., Davis, G., Stewart, A. J., & Triebwasser, J. H. (1975). Prediction of Maximal Oxygen Consumption. *CHEST*, *68*(3), 331-336.
- Heyward, V. H., & Gibson, A. L. (2014). *Advanced Assessment and Exercise Prescription* (7th. ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Hill, A. V., Long, C. N. H., & Lupton, H. (1924). Muscular Exercise, Lactic Acid and the Supply and Utilisation of Oxygen. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *97*(682), 155-176. doi:10.1098/rspb.1924.0048
- Jørgensen, T., Andersen, L. B., Froberg, K., Maeder, U., Von Huth Smith, L., & Aadahl, M. (2009). Position statement: Testing physical condition in a population – how good are the methods? *European Journal of Sport Science*, *9*(5), 257-267. doi:10.1080/17461390902862664
- Kang, J., Chaloupka, E. C., Mastrangelo, M. A., Donnelly, M. S., Martz, W. P., & Robertson, R. J. (1998). Regulating exercise intensity using ratings of perceived exertion during arm and leg ergometry. *European Journal of Applied Physiology*, *78*(3), 241-246. doi:10.1007/s004210050414
- Kline, G. M., Porcari, J. P., Hintermeister, R., Freedson, P. S., Ward, A., McCarron, R. F., . . . Rippe, J. M. (1987). Estimation of VO<sub>2</sub>max from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *19*(3).
- Larsen, G. E., George, J. D., Alexander, J. L., Fellingham, G. W., Aldana, S. G., & Parcell, A. C. (2002). Prediction of Maximum Oxygen Consumption from Walking, Jogging, or Running. *73*(1), 66-72. doi:10.1080/02701367.2002.10608993
- Laukkanen, J. A., Kurl, S., & Salonen, J. T. (2002). Cardiorespiratory fitness and physical activity as risk predictors of future atherosclerotic cardiovascular diseases. *Current Atherosclerosis Reports*, *4*(6), 468-476. doi:10.1007/s11883-002-0052-0
- Lennon, O. C., Denis, R. S., Grace, N., & Blake, C. (2012). Feasibility, criterion validity and retest reliability of exercise testing using the Astrand-rhyming test protocol with an adaptive ergometer in stroke patients. *Disability and Rehabilitation*, *34*(14), 1149-1156. doi:10.3109/09638288.2011.635748
- Mailey, E. L., White, S. M., Wójcicki, T. R., Szabo, A. N., Kramer, A. F., & McAuley, E. (2010). Construct validation of a non-exercise measure of cardiorespiratory fitness in older adults. *BMC Public Health*, *10*(1), 59. doi:10.1186/1471-2458-10-59



- Manfre, M. J., Yu, G.-H., Varmá, A. A., Mallis, G. I., Kearney, K., & Karageorgis, M. A. (1994). The effect of limited handrail support on total treadmill time and the prediction of  $\text{vo}_2\text{max}$ . *Clinical Cardiology*, *17*(8), 445-450.  
doi:10.1002/clc.4960170808
- Midgley, A. W., Bentley, D. J., & Millet, G. P. (2008). Challenging a Dogma of Exercise Physiology. Does an Incremental Exercise Test for Valid  $\text{VO}_2\text{max}$  Determination Really Need to Last Between 8 and 12 Minutes? *Sports Medicine*, *38*(6), 441-447.
- Midgley, A. W., & Carroll, S. (2009). Emergence of the verification phase procedure for confirming 'true'  $\text{VO}_2\text{max}$ . *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *19*, 313-322.
- Myers, J., Buchanan, N., Walsh, D., Kraemer, M., McAuley, P., Hamilton-Wessler, M., & Froelicher, V. F. (1991). Comparison of the ramp versus standard exercise protocols. *Journal of the American College of Cardiology*, *17*(6), 1334-1342. doi:10.1016/s0735-1097(10)80144-5
- Nemeth, B. A., Carrel, A. L., Eickhoff, J., Clark, R. R., Peterson, S. E., & Allen, D. B. (2009). Submaximal Treadmill Test Predicts  $\dot{\text{V}}\text{O}_2\text{max}$  in Overweight Children. *154*(5), 677-681.e671. doi:10.1016/j.jpeds.2008.11.032
- Nes, B. M., Janszky, I., Wisløff, U., Støylen, A., & Karlsen, T. (2013). Age-predicted maximal heart rate in healthy subjects: The HUNT Fitness Study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *23*(6), 697-704. doi:10.1111/j.1600-0838.2012.01445.x
- Noonan, V., & Dean, E. (2000). Submaximal Exercise Testing: Clinical Application and Interpretation. *Physical Therapy*. doi:10.1093/ptj/80.8.782
- Pollock, M. L., Foster, C., Schmidt, D., Hellman, C., Linnerud, A. C., & Ward, A. (1982). Comparative analysis of physiologic responses to three different maximal graded exercise test protocols in healthy women. *American Heart Journal*, *103*(3), 363-373.
- Roth, G. A., Abate, D., Abate, K. H., Abay, S. M., Abbafati, C., Abbasi, N., . . . Murray, C. J. L. (2018). Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, *392*(10159), 1736-1788.  
doi:10.1016/s0140-6736(18)32203-7
- Samdal, G. B., Meland, E., Eide, G. E., Berntsen, S., Abildsnes, E., Stea, T. H., & Mildestvedt, T. (2018). Participants at Norwegian Healthy Life Centres: Who are they, why do they attend and how are they motivated? A cross-sectional study.

- Scandinavian Journal of Public Health*, 46(7), 774-781.  
doi:10.1177/1403494818756081
- Sartor, F., Vernillo, G., de Morree, H. M., Bonomi, A. G., La Torre, A., Kubis, H.-P., & Veicsteinas, A. (2013). Estimation of maximal oxygen uptake via submaximal exercise testing in sports, clinical, and home settings. *Sports Medicine*.  
doi:10.1007/s40279-013-0068-3
- Solway, S., Brooks, D., Lacasse, Y., & Thomas, S. (2001). A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *CHEST*, 119, 256-270.
- Vehrs, P. R., George, J. D., Fellingham, G. W., Plowman, S. A., & Dustman-Allen, K. (2007). Submaximal Treadmill Exercise Test to Predict VO<sub>2</sub> max in Fit Adults. *II*(2), 61-72.  
doi:10.1080/10913670701294047
- Waddoups, L., Wagner, D., Fallon, J., & Heath, E. (2008). Validation of a single-stage submaximal treadmill walking test. *Journal of Sports Sciences*, 26(5), 491-497.  
doi:10.1080/02640410701591425
- Zakariás, G., Petrekanits, M., & Laukkanen, R. (2003). Validity of a 2-km walk test in predicting the maximal oxygen uptake in moderately active hungarian men. *European Journal of Sport Science*, 3(1).

## **Footnotes**

**Contributors:** All authors designed the study. GSHE performed the data collection. GSHE and EAA analyzed the data. GSHE wrote the manuscript draft. All authors discussed the interpretation of the results and read and approved the final manuscript.

**Funding:** None

**Competing interests:** None declared

**Ethics approval:** This study was reviewed and approved by the Norwegian Centre for Research Data. Informed consent was obtained from all participants included in this study.

## Tables

Table 1: Descriptive characteristics of study population, presented as mean with SD.

	<b>Women (11)</b>	<b>Men (7)</b>	<b>Total (18)</b>
<b>Age (yr)</b>	65 ± 12	57 ± 20	62 ± 15
<b>Weight (kg)</b>	69.5 ± 13.7	92.6 ± 11	78.5 ± 17.2
<b>STTE (min)</b>	12.38 ± 2.73	13.2 ± 2.51	12.70 ± 2.60
<b>TTE from MT (min)</b>	12.60 ± 2	13.50 ± 2.50	12.95 ± 2.19
<b>Maximal HR (bpm) from SMT</b> (percentage of estimated max HR)	158 ± 16 (93 ± 10 %)	157 ± 15 (90 ± 7 %)	158 ± 16 (92 ± 9 %)
<b>Maximal HR (bpm) from MT</b> (percentage of estimated max HR)	166 ± 17 (99 % 5 %)	169 ± 12 (99 ± 3 %)	167 ± 15 (99 ± 4 %)
<b>Max RER</b>	1.07 ± 0.1	1.05 ± 0.05	1.06 ± 0.07
<b>VO<sub>2max</sub> (mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</b>	29.84 ± 3.78	33.44 ± 8.10	31.24 ± 5.90
<b>Best fit model</b> <b>STTE · age · weight · sex</b> (mL·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	29.80 ± 3.59	33.40 ± 6.81	31.20 ± 5.22
<b>STTE · age · weight · sex · %</b> <b>reached of estimated max HF</b> (mL·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	29.85 ± 3.65	33.45 ± 6.83	31.25 ± 5.25

## Figures

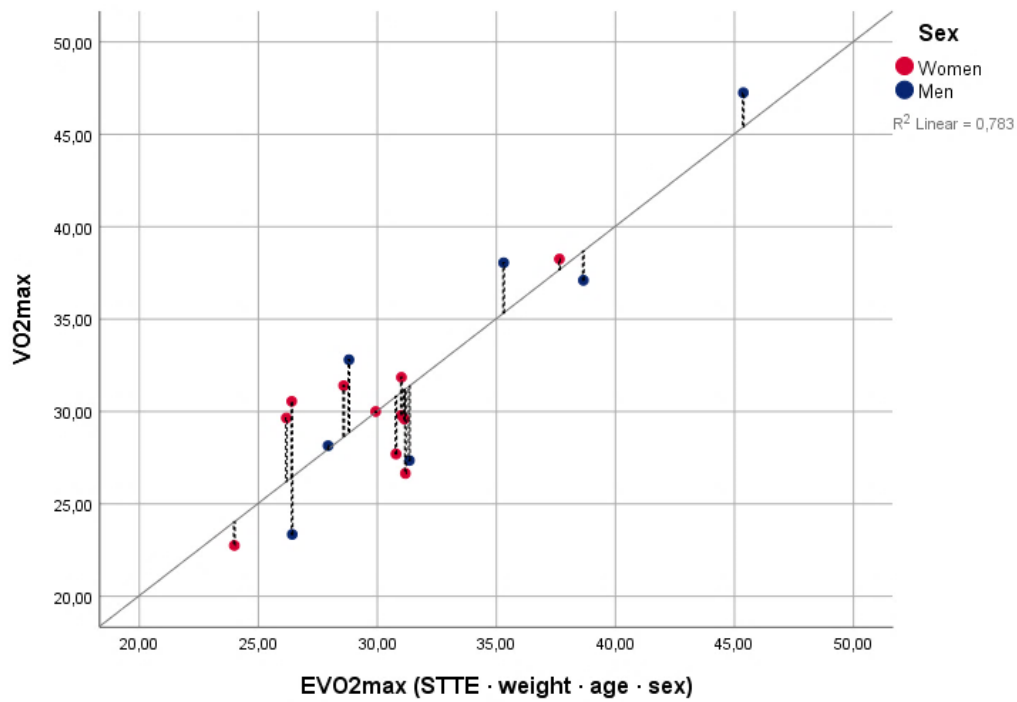


Figure 1: Variance from regression line ( $R^2 = 0.783$ )

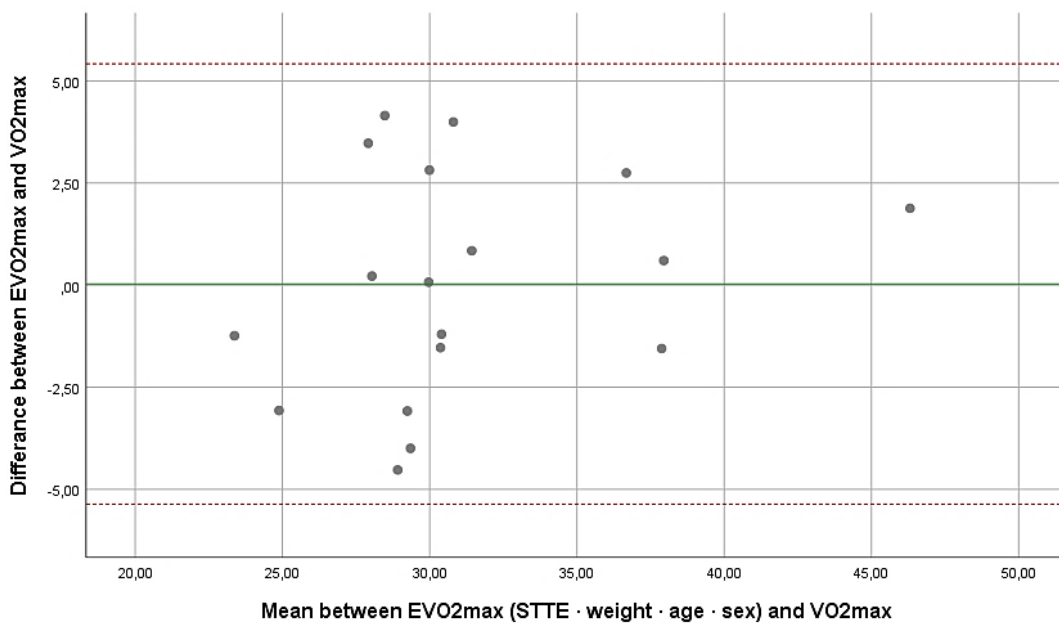


Figure 2: Bland Altman plot displaying mean and difference between the second equation. Dotted lines = 95 % confidence interval.



Figure 3: Variance from regression line ( $R^2 = 0.783$ )

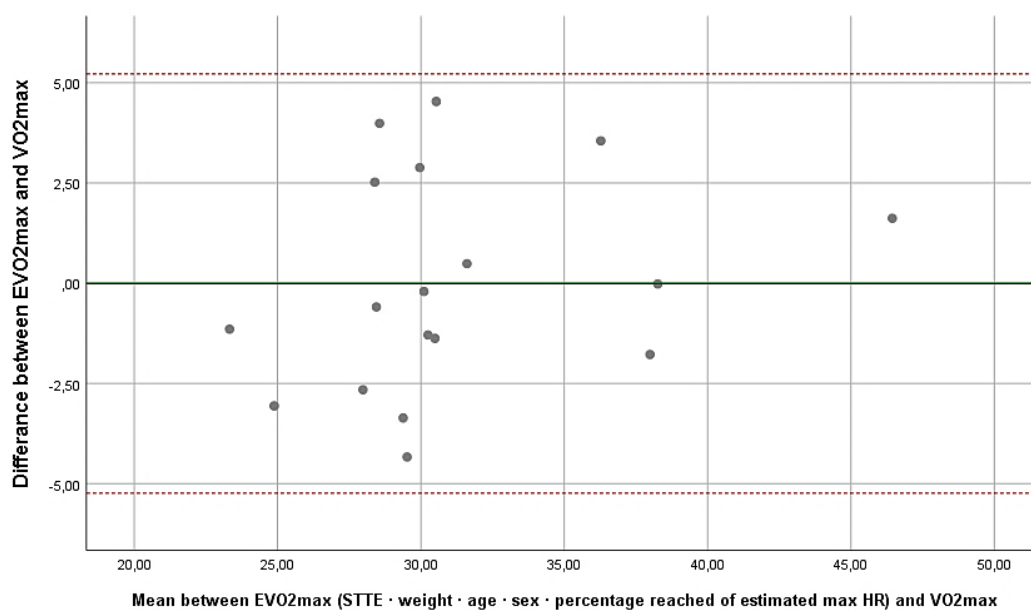


Figure 4: Bland Altman plot displaying mean and difference between the third equation. Dotted lines = 95 % confidence interval.

## Medforfattererklæring



Jeg samtykker i at artikkel

**Tittel:** Estimation of Maximal Oxygen Uptake Using a Submaximal Modified Balke Protocol in Individuals with High Risk of, or Established Lifestyle Related Chronic Conditions

**Sendes til tidsskrift:** BMJ Open Sport & Exercise Medicine

**Dato:** 30.05.2019

**Forfattere:** Gert Sander Hamre Eike, Eivind Aadland, Ellen Eimhjellen Blom & Amund Riser

kan inngå som del av mastergradsavhandling for

**Student:** Gert Sander Hamre Eike

**Beskriv kandidatens bidrag:**

Kandidaten har designa studien og utvikla prosjektplan under rettleiing av medforfattarane. Kandidaten har søkt og fått godkjenning frå NSD. Kandidaten har rekruttert deltakarar og gjennomført datainnsamling under rettleiing av medforfattarar. Kandidaten har gjennomført analyse og drøfta funn med medforfattarane. Vidare har kandidaten vore førsteforfattar på artikkelen og fått rettleiing og innspel frå medforfattarar.

Dato og sted: Sogndal, 30.05.2019

Signatur medforfatter(e) :

*Ellen Eimhjellen Blom Eivind Aadland Amund Riser*

Signatur kandidat

*Gert Sander Hamre Eike*

## Tidsskriftets retningslinjer

BMJ OPEN

Research article

Research submissions should have a clear, justified research question.

We strongly encourage you to register your study. Prospective registration is mandatory for any clinical trials. Acceptable registries for trials are [clinicaltrials.gov](http://clinicaltrials.gov) along with those listed [here](#). We recommend [Prospero](#) for registration of systematic reviews.

All articles should include the following:

- **The article title should include the research question and the study design.** Titles should not declare the results of the study.
- **A structured abstract** (max. 300 words) including all the following where appropriate (please note that for RCTs there is a specific [CONSORT extension for abstracts](#)):
  - **objectives:** clear statement of main study aim and major hypothesis/research question
  - **design:** e.g. prospective, randomised, blinded, case control
  - **setting:** level of care e.g. primary, secondary; number of participating centres. Generalise; don't use the name of a specific centre, but give geographical location if important
  - **participants:** numbers entering and completing the study; sex and ethnic group if appropriate. Clear definitions of selection, entry and exclusion criteria
  - **interventions:** what, how, when and how long (this can be deleted if there were no interventions)
  - **primary and secondary outcome measures:** planned (i.e. in the protocol) and those finally measured (if different, explain why) – for quantitative studies only
  - **results:** main results with (for quantitative studies) 95% confidence intervals and, where appropriate, the exact level of statistical significance and the number need to treat/harm. Whenever possible, state absolute rather than relative risks



- **conclusions:** primary conclusions and their implications, suggest areas for further research if appropriate. Do not go beyond the data in the article
- **where applicable, trial registration:** registry and number (for clinical trials and, if available, for observational studies and systematic reviews)
- **An Article Summary, placed after the abstract, consisting of the heading ‘Strengths and limitations of this study’,** and containing up to five short bullet points, no longer than one sentence each, that relate specifically to the methods. They should not include the results of the study.
- **The original protocol for the study,** as a supplementary file.
- **A funding statement,** preferably worded as follows. Either: ‘This work was supported by [name of funder] grant number [xxx]’ or ‘This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors’. You must ensure that the full, correct details of your funder(s) and any relevant grant numbers are included.
- **A competing interests statement.** See the [BMJ Author Hub](#) for details on what to include as competing interests.
- **Articles should list each author’s contribution individually at the end;** this section may also include contributors who do not qualify as authors. Please visit the [ICMJE](#) website for more information on authorship.
- **Any checklist and flow diagram for the appropriate reporting statement,** e.g. STROBE (see below).
- **A patient consent form:** any article that contains personal medical information about an identifiable living individual requires the patient’s explicit consent before we can publish it. We will need the patient to sign our [consent form](#), which requires the patient to have read the article. This form is available in multiple languages.
- **A data sharing statement,** such as: “Technical appendix, statistical code, and dataset available from the Dryad repository, DOI: [include DOI for dataset here].

We recommend your article does not exceed 4000 words, with up to five figures and tables. This is flexible, but exceeding this will impact upon the paper’s ‘readability’. Supplementary and raw data can be placed online alongside the article although we prefer raw data to be made publicly available and linked to in a suitable repository (e.g. Dryad, FigShare). We may

request that you separate out some material into supplementary data files to make the main manuscript clearer for readers.

We also recommend, but do not insist, that the discussion section is no longer than five paragraphs and follows this overall structure (you do not need to use these as subheadings): a statement of the principal findings; strengths and weaknesses of the study; strengths and weaknesses in relation to other studies, discussing important differences in results; the meaning of the study: possible explanations and implications for clinicians and policymakers; and unanswered questions and future research.

Authors are encouraged to submit figures and images in colour – there are no colour charges.

We require that you upload your figures as separate files rather than embedding them in the manuscript.

At upload you will be asked to choose one general subject area that applies to your article – it will be published under this banner on the main table of contents. You will also be asked to select further subject headings to be used for the ‘Browse by topic’ section, and specific keywords for help with identifying reviewers.

Following the lead of The BMJ and its [patient partnership strategy](#), *BMJ Open* is encouraging active patient involvement in setting the research agenda. As such, we require authors of Research Articles to add a Patient and Public Involvement statement in the Methods section. Please see more details [above](#).

## 8.0 Vedlegg

### Samtykke skjema (vedlegg 1)

#### **Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- I prosjektet vil det kun være prosjektansvarlig som oppbevarer opplysning om navn og fødselsdato.
- Navnet og kontaktopplysningene dine vil erstattes med en kode som lagres på en egen navneliste adskilt fra øvrige data.

Det vil ikke være mulig å identifisere noen av deltakerne i studien når oppgaven er skrevet.

#### **Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?**

Prosjektet skal etter planen avsluttes 30.06.2019. Etter endt prosjekt blir all innhentet data slettet.

#### **Dine rettigheter**

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- få slettet personopplysninger om deg,
- få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

#### **Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?**

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke. På oppdrag fra HVL har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

#### **Hvor kan jeg finne ut mer?**

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

Gert Sander Hamre Eike (Student)

E-post: [141141@stud.hvl.no](mailto:141141@stud.hvl.no)

Tlf: 452 20 047

Amund Riiser (Veileder/prosjektansvarlig)

E-post: [amund.riiser@hvl.no](mailto:amund.riiser@hvl.no)

Eivind Aadland (Veileder)

E-post: [eivind.aadland@hvl.no](mailto:eivind.aadland@hvl.no)

Ellen Eimhjellen Blom (Veileder)

E-post: [ellen.eimhjellen.blom@hvl.no](mailto:ellen.eimhjellen.blom@hvl.no)

Med vennlig hilsen

Gert Sander Hamre Eike, student.

Amund Riiser, prosjektansvarlig

(Forsker/veileder)

---

## **Samtykkeerklæring**

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Validering av sub-maksimal progressiv gå-test», og har fått anledning til å stille spørsmål.

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. 30.06.2019.

---

(Signer av prosjektdeltaker, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om prosjektet

---

(Signert av prosjektansvarlig, dato)

## Godkjenning av NSD (vedlegg 2)

### NSD Personvern

15.10.2018 10:29

Det innsendte meldeskjemaet med referansekode 663351 er nå vurdert av NSD.

Følgende vurdering er gitt:

Det er vår vurdering at behandlingen vil være i samsvar med personvernlovgivningen, så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet den 15.10.2018 med vedlegg. Behandlingen kan starte.

#### MELD ENDRINGER

Dersom behandlingen av personopplysninger endrer seg, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. På våre nettsider informerer vi om hvilke endringer som må meldes. Vent på svar før endringen gjennomføres.

#### TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle særlige kategorier av personopplysninger frem til 30.06.2019.

#### LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 nr. 11 og art. 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse, som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes uttrykkelige samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 a), jf. art. 9 nr. 2 bokstav a, jf. personopplysningsloven § 10, jf. § 9 (2).

#### PERSONVERNPRINSIPPER

NSD finner at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen:

- om lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke viderebehandles til nye uforenlige formål
- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

#### DE REGISTRERTES RETTIGHETER

De registrerte vil ha følgende rettigheter i prosjektet: åpenhet (art. 12), informasjon (art. 13), innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), underretning (art. 19), dataportabilitet (art. 20). Rettighetene etter art. 15-20 gjelder så lenge den registrerte er mulig å identifisere i datamaterialet.

NSD vurderer at informasjonen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

#### FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1 f) og sikkerhet (art. 32).

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må prosjektansvarlig følge interne retningslinjer/rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

#### OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!

Kontaktperson hos NSD: Lene Chr. M. Brandt  
Tlf. Personverntjenester: 55 58 21 17 (tast 1)

## Egenerklæring før submaksimal kondisjonstest

JA	NEI	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Kjenner du til at du har en hjertesykdom?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Hender det du får brystmerter i hvile eller i sammenheng med fysisk aktivitet?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. Kjenner du til at du har høyt blodtrykk?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Bruker du for tiden medisiner for høyt blodtrykk eller hjertesykdom (f.eks. vanndrivende tabletter)?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. Har noen av dine foreldre, søsken eller barn fått hjerteinfarkt eller dødd plutselig (før fylte 55 år for menn og 65 for kvinner)?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. Røyker du?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Kjenner du til om du har høyt kolesterolnivå i blodet?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8. Har du besvimt i løpet av de siste 6 måneder?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9. Hender det du mister balansen på grunn av svimmelhet?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10. Har du sukkersyke (diabetes)?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11. Kjenner du til <u>noen annen grunn</u> til at din deltakelse i prosjektet kan medføre helse- eller skaderisiko?

Gi beskjed straks dersom din helsesituasjon forandrer seg fra nå og til undersøkelsen er ferdig.

Dine eventuelle kommentarer til spørsmålene eller andre relevante opplysninger om egen helsesituasjon med tanke på å gjennomføre en fysisk test:

---

---

---

---

Sted og dato

---

Underskrift

## Egenerklæring før maksimal kondisjonstest

JA	NEI	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Kjenner du til at du har en hjertesykdom?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Hender det du får brystmerter i hvile eller i sammenheng med fysisk aktivitet?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. Kjenner du til at du har høyt blodtrykk?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Bruker du for tiden medisiner for høyt blodtrykk eller hjertesykdom (f.eks. vanndrivende tabletter)?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. Har noen av dine foreldre, søsken eller barn fått hjerteinfarkt eller dødd plutselig (før fylte 55 år for menn og 65 for kvinner)?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. Røyker du?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Kjenner du til om du har høyt kolesterolnivå i blodet?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8. Har du besvimt i løpet av de siste 6 måneder?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9. Hender det du mister balansen på grunn av svimmelhet?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10. Har du sukkersyke (diabetes)?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11. Kjenner du til <u>noen annen grunn</u> til at din deltakelse i prosjektet kan medføre helse- eller skaderisiko?



Gi beskjed straks dersom din helsesituasjon forandrer seg fra nå og til undersøkelsen er ferdig.

Dine eventuelle kommentarer til spørsmålene eller andre relevante opplysninger om egen helsesituasjon med tanke på å gjennomføre en fysiske test:

---

---

---

---

Sted og dato

---

Underskrift

Submaksimal, modifisert Balkeprotokol (vedlegg 5)



# **MANUAL**

## **Kondisjonstest**

## Standardisert submaksimal belastningstest på tredemølle



### Utstyr:

Tredemølle med 12 % stigningsgrad

Stoppeklokke

Testskjema

Penn

Bilde av Borgs skala

Vann til deltaker

### Bekledning deltaker:

Lette klær, gode sko å gå i

### Gjennomføring:

1. **Forklar kort hensikt med testen til deltaker:** Vi skal teste kondisjon med en gangtest på tredemølle. Vi skal gjøre testen nå, etter tre måneder og etter 15 måneder for å kunne måle eventuelle endringer i kondisjon.
2. **Skriv inn løpenummer og testdato i testskjema og påse at egenerklæringskjema er utfylt og vurdert.**
3. **Forklar prosedyren:** Dette er en test hvor du skal gå med stigende belastning til du blir andpusten og svett. Det skal være en anstrengende test, men du skal ikke gå til fullstendig utmattelse. Du får tid til tilvenning på tredemøllen først. Så starter testen med at du går på 4 km/t. Testen starter med flat mølle. Deretter øker vi stigningsgraden på tredemøllen slik at den blir som en bratt motbakke. Dersom du har mer å gi når vi er kommet til maks

- stigningsgrad, øker vi hastigheten gradvis. I utgangspunktet er dette en gå-test, men dersom du ønsker å gå over til jogging eller løping, er det greit.
4. Forklar grundig Borgs skala før tilvenningen. Se eget vedlegg. Forklar at du kommer til å be om at deltakeren angir opplevd grad av anstrengelse underveis i testen. Ikke nevnt til deltaker hvilken Borg-verdi vi ønsker å oppnå i testen.
  5. Start tilvenning på flat tredemølle på 1-2 km/t. Deltaker forsøker i starten å kun holde seg fast med en hånd, for deretter å slippe. Oppmuntre til å gå/ ikke marsjere. Øk gradvis til 3,5 km/t. Ikke gå over 4 km/t på tilvenningen. Dette er kun tilvenning til det å gå på mølle, ikke oppvarming. Deltaker skal ikke slite seg ut på tilvenningen! Spør deltakeren hvilken grad av anstrengelse, i form av tall i Borgs skala, han/hun vil angi mens tilvenningen pågår.
  6. Når deltaker er klar; Start belastningstesten på 4 km/t, 0% stigning. Start stoppeklokken og følg testprotokoll for økt belastning.
  7. På slutten av hvert trinn i testen spør du deltaker om opplevd Borg verdi. Be om Borg verdi før du øker stigning eller hastighet i neste trinn.
  8. Ved svimmelhet, brystmerter, uvelhet og lignende, avbryt testen umiddelbart og overvåk deltaker til velbefinnende.
  9. Fullfør testen til deltaker angir meget anstrengende belastning, Borg verdi ca 17:  
*Vanskeligheter med å prate, veldig andpusten, men du kunne greid å fortsette litt til.* Dersom deltaker angir Borg verdi 16 på slutten av et trinn kan du spørre om opplevd Borg i starten av neste trinn.
  10. Avslutt testen når deltaker angir Borg 17. Informer om at testen avsluttes, stopp stoppeklokken, stopp tredemøllen og be deltaker gå av møllen.
  11. Noter ned resultatet. Resultatet noteres som angitt Borg verdi ved avsluttet test (dersom dette er annet enn 17, er det likevel en gyldig test). Jo høyere Borg verdi, jo mer pålitelig er testen), siste hastighet (km/t), siste stigningsgrad (%), og total test-tid (min og sek), samt varighet (min og sek) og siste hastighet (km/t) på tilvenningsstadiet. Dersom deltaker ikke greide å fullføre trinn 1 (4 min på 0% stigning) er det likevel en gyldig test, og total test-tid noteres. Dersom deltaker ikke greier å gå så fort som 4 km/t noteres resultat fra tilvenningsstadiet (angitt Borg verdi, hastighet og total tilvennings-tid) som testresultat. Det er gyldig testresultat selv om deltaker må holde seg mens han/hun går. Noter ned alle merknader i testskjema.
  12. Be om deltakerens egen vurdering av hvorfor han opplevde testen som meget anstrengende og noter dette i testskjema.
  13. Forklar kort resultatet til deltaker. Oppretthold bevegelse i underekstremitet. Gi tilbud om vann.

**Testprotokoll tredemølle Submaksimal test**

Trinn	Stigningsgrad %	Hastighet (km/t)	Antall minutter	Opplevd Borg	Tot test-tid (min)
Tilvennig	0	1-3,5	2-7		
1	0	4	4		4
2	2	4	1		5
3	4	4	1		6
4	6	4	1		7
5	8	4	1		8
6	10	4	1		9
7	12	4	1		10
8	12	4,5	1		11
9	12	5	1		12
10	12	5,5	1		13
11	12	6	1		14
12	12	6,5	1		15
13	12	7	1		16
14	12	7,5	1		17
15	12	8	1		18
16	12	8,5	1		19
17	12	9	1		20

**RESULTAT (føres inn i testskjema)**

- Angitt Borg verdi ved avsluttet test
- Siste hastighet (km/t)
- Siste stigningsgrad (%)
- Total test-tid (min): \_\_ min\_\_ sek.
- Tilvenning: Varighet (min/sek) og høyeste hastighet (km/t)
- Egen vurdering av hvorfor testen opplevdes som meget anstrengende (eks. stive legger, andpusten, smerter, ubehag etc.)
- Merknader

Maksimal, modifisert Balkeprotokol (vedlegg 6)

## Manual for maksimal test på tredemølle

### Testprotokoll på tredemølle (alder $\geq$ 55 år)

Modifisert Balke protokoll

Trinn	Antall minutter	Stigningsgrad (%)	Hastighet (km/t)	VO2 måling
<i>Tilvenning</i>	2 - 7	0	2,0 - 4,0	<i>Nei</i>
1	4	4	3,8	Ja
2	1	6	3,8	Ja
3	1	8	3,8	Ja
4	1	10	3,8	Ja
5	1	12	3,8	Ja
6	1	14	3,8	Ja
7	1	16	3,8	Ja
8	1	18	3,8	Ja
9	1	20	3,8	Ja
10	1	20	3,8	Ja
11	1	20	3,8	Ja
12	1	20	4,3	Ja
13	1	20	4,8	Ja
14	1	20	5,3	Ja
15	1	20	5,8	Ja
16	1	20	6,3	Ja
17	1	20	6,8	Ja
18	1	20	7,3	Ja
19	1	20	7,8	Ja
20	1	20	8,3	Ja
21	1	20	8,8	Ja

## **Flytskjema ved maksimal arbeidsbelastning med moderat risiko**

> 44 år ♂ og > 54 år ♀ eller de med mer enn to risikofaktor avkrysset på skjema

1. Ønsk velkommen og forklar kort hensikt og prosedyren ved dette besøket
2. Egenerklæringskjema fylles ut og gjennomgås sammen med FP. Ta enkel anamnese vedr anstrengelse/fysisk aktivitetsnivå og vurder om test skal gjennomføres
3. Mål blodtrykk sittende i hvile på høyre arm minimum to ganger. Noter ned laveste sys og dia trykk. Ekskluder FP med BT > 180/110mmHg
4. Mål høyde uten sko og noter til nærmeste hele cm. Hæl og hode inntil vegg med blikket rettet fremover
5. Registrer vekt iført lett treningsøy uten sko og noter til nærmeste 0.1 kg. Trekk fra ca vekt for tøy (shorts + T-shorte ca 0.3 kg)
6. Evt barber og monter på EKG-elektroder (minimum tre elektroder). Sikre ledninger for støy med tape og kontroller signaler og regelmessig rytme
7. Fortsett fra pkt 7 – 17 på Flytskjema "Lav risiko"

## **Flytskjema ved maksimal arbeidsbelastning med høy risiko**

> 44 år ♂ og > 54 år ♀ + flere risikofaktor avkrysset på skjema

Prosedyre som "med moderat risiko" samt lege tilgjengelig under undersøkelsen. Undersøkelsestidspunktet avtales helst på spesielle dager.

## Flytskjema ved maksimal arbeidsbelastning med lav risiko

Yngre personer ( $\text{♂} < 45$ ,  $\text{♀} < 55$  år) uten symptomer ved aktivitet og mindre enn to risikofaktorer

1. Ønsk velkommen og forklar kort hensikt og prosedyren
2. Egenerklæringsskjema fylles ut og gjennomgås
3. Mål blodtrykk sittende i hvile minimum to ganger på høyre arm. Noter ned laveste sys og dia trykk. Ekskluder FP med BT > 180/110mmHg
4. Mål høyde uten sko og noter til nærmeste hele cm. Hæl og hode inntil vegg med blikket rettet fremover
5. Registrer vekt iført lett treningstøy uten sko og noter til nærmeste 0.1 kg. Trekk fra ca vekt for tøy (shorts + T-shorte ca 0.3 kg)
6. Påmonter pulsbelte og kontroller gode signaler med regelmessig frekvens
7. Start tilvenning på tredemølle på ca 3 km/t. FP forsøker i starten kun å holde seg fast med en hånd, for deretter å slippe. Oppmuntre til å gå / ikke marsjere. Øk gradvis til 4.8 km/t
8. Skriv inn initialer, fødselsdato, personkode, høyde og vekt i software mens tilvenning pågår
9. Forklar grundig BORG skala. Se eget vedlegg. Spør FP hvilket tall han/hun ville angitt mens tilvenningen pågår
10. Påmonter Hans Rudolph maske for kontinuerlig måling av gassutveksling. Kontroller for lekkasje. Forklart grundig prosedyren på tredemøllen mens pasienten puster i masken, gi et estimat på grad av utmattelse, og avklar prosedyre for slutt
11. Start belastningsundersøkelsen og fullfør til utmattelse (BORG>16, tilfredsstillende utmattet vurdert av testleder)
12. Noter HF hvert minutt og BORG hvert 3. minutt i software
13. Ved svimmelhet, brystsmerte, uvelhet, og lignende, avbryt umiddelbart, og overvåk FP til velbefinnende
14. Spør BORG skala umiddelbart etter slutt, og be FP angi hvorfor slutt; muskulært utmattet, pust, generell utmattelse
15. Monter av maske, sikre venøs tilbakestrømning med lett "tripping" på tredemøllen
16. Mål blodlaktat med fingerstikk 1 min etter avsluttet test
17. Avslutt, gå av tredemøllen og forklar kort resultatet. Oppretthold bevegelse i underekstremitet.



## BORG skala

6	Ingen belastning overhode
7	Ekstremt lett
8	
9	Veldig lett
10	
11	Lett
12	
13	Noenlunde hardt
14	
15	Hardt (tungt)
16	
17	Veldig hardt
18	
19	Ekstremt hardt
20	Maksimal utmattelse

## Forklaring til BORG skala

Det er viktig at BORG skala forklares så likt som mulig til hver deltager og fra sted til sted. Nedenfor er eksempler som kan brukes ved forklaring, slik at alle vet hva 6, 15 og 20 representerer. Ved maksimal belastning bør FP angi 17 eller mer. Det er imidlertid ikke alle personer som klarer å beskrive hvor slitsomt man har det.

*"Tallet 6 er det letteste du noen gang har opplevd – du føler du nærmest svever av sted".*

*"Ved tallet 15 er du ganske andpusten, det begynner å føles ubehagelig, og du har problemer med å føre en samtale".*

*"Tallet 20 er derimot det mest anstrengende og slitsomme som finnes i hele verden. Så sliten har du kanskje aldri vært før. Du har da vært i krigen i to uker og må ligge og hvile i minst 30 min etterpå. Så sliten er det ikke meningen at du skal bli i dag".*