

Elena Therese Nyborg

---

## Endring i Maksimal Voluntær Ventilasjon (MVV) fra før til etter deltakelse i Norseman Xtreme Triatlon

En observasjonell tverrsnittstudie

---

Masteroppgave i idrettsvitenskap  
Seksjon for idrettsmedisinske fag  
Norges idrettshøgskole, 2020



## Sammendrag

**Bakgrunn:** Krevende og langvarige utholdenhetskonkurranser blir mer og mer populære for hvert år. I 2019 var det i Norseman Xtreme Triatlon 4354 søkere til 250 plasser. Triatlonet starter med 3,8 km svømming i Eidfjord i Hardanger, etterfulgt av 180 km sykling til Austbygde i Tinn i Telemark før det avsluttes med en maratondistanse (42,2 km) opp til Gaustatoppen (1883 meter over havet) og Gaustablikk (960 meter over havet). Det er lite kunnskap om hvordan slike ekstreme konkurranser påvirker kroppen. Tidligere studier av deltakere i Norseman har blant annet funnet kraftig reduksjon i lungefunksjon og anstrengelsesutløst bronkial konstriksjon (EIB) hos både friske og astmatiske- deltakere. I denne studien har vi sett på endring i lungefunksjon og ventilatorisk kapasitet ved maksimal viljestyrt ventilasjon (MVV) fra før til etter konkurranse. Da MVV ikke har blitt målt tidligere hos deltakere i Norseman har vi også sett på sammenhengen mellom disse variablene.

**Metode:** Studien er en observasjonell tversnittstudie bestående av en pre-test og to posttester. Pre-testen ble gjennomført en eller to dager før konkurranse (baseline). Post-test 1 ble gjennomført så snart som mulig etter konkurranse, og post-test 2 dagen etter konkurranse. Trettiseks triatleter ble testet ved baseline, 34 ved post-test 1 og 28 ved post-test 2. Lungefunksjon, MVV, blodtrykk og oksygenmetning ble målt ved alle måletidspunktene, mens kroppssammensetning og selv-rapporterte pusteproblemer ble målt ved baseline. I analysene ble kun de 28 deltakerne (25♂/3♀) som ble testet ved alle testtidspunktene (komplette datasett) inkludert.

**Resultater:** Gjennomsnittlig hadde deltakerne en signifikant ( $p \leq 0,001$ ) reduksjon i MVV fra baseline til post-test 1 på  $-8,9\% \pm 9,1$ , mens de fra post-test 1 til post-test 2 hadde en signifikant ( $p \leq 0,00$ ) økning i MVV på  $7,9\% \pm 12,7$ . Den gjennomsnittlige endringen i MVV fra baseline til post-test 2 var på  $-2,4\% \pm 7,6$ . Det var en signifikant ( $p \leq 0,001$ ) korrelasjon ( $r = 0,788$ ) mellom  $FEV_1$  ved baseline og MVV ved baseline. Det var også en signifikant ( $p \leq 0,001$ ) korrelasjon ( $r = 0,628$ ) mellom endring i MVV og Endring i  $FEV_1$  fra baseline til post-test 1.

**Konklusjon:** Det er endring i maksimal viljestyrt ventilasjon (MVV) fra før til rett etter konkurranse hos deltakere i Norseman Xtreme Triatlon, men utøverne ser ut til å gjenopprette funksjon til dagen etter. Endring i MVV er korrelert med endring i  $FEV_1$ , og kan være en faktor som påvirker lungefunksjon etter langvarig utholdenhetsarbeid.

## Forord

Jeg kan vel snakke for mange av oss om jeg sier at 2020 ble alt annet enn forventet. Det å først miste en av sine nære, etterfulgt av tilstandene rundt COVID-19 – har bydd på prøvelser. Stengt skole, lesesal og bibliotek har vært en utfordring, og alt annet enn perfekt. Sjeldent har man savnet lesesalen og studiekamerater så mye som når man ikke kan ha det. Det tatt i betraktning synes jeg vi har vært løsningsorienterte og nytenkende, og forhåpentligvis kommer vi sterkere ut av situasjonen både som enkeltmennesker, gruppe og samfunn.

Norseman Xtreme Triatlon 2019 var en helt fantastisk opplevelse, og datainnsamling i felt var svært lærerikt og spennende å få oppleve sammen med et helt supert forskningsteam. Takk til Trine og Julie som tok meg med på dette svært interessante prosjektet, og tusen takk for alt dere har gitt i form av veiledning, støtte, motiverende ord og en skulder å gråte på.

Takk til familien, venner og alle andre for å holde ut med meg i denne perioden, dere er gull verdt alle sammen. Takk Tonje, Vetle og Hans for daglig motivasjon, Mona for å være tidenes studiekamerat, og takk til Tom-Erik for hjelp med statistikk. En ekstra takk til CrossFit Gamlebyen for å låne meg treningsutstyr denne våren, slik at jeg til tross for å for det meste ha vært hjemme, i det minste har beholdt noe styrke og fått ut frustrasjon på en hensiktsmessig måte.

Det har helt klart vært et eventyr fylt med både glede og tårer, og innspurten har selvfølgelig vært tung – men om jeg ville gjort det igjen? Absolutt!

Takk for alt, bestefar <3

Elena Nyborg

Oslo, Mai 2020

## Forkortelser

---

Forkortelser	Forklaring
AQUA <sub>2008</sub>	Allergy Questionnaire for Athletes
BHR	Bronkial Hyperreaktivitet
BT	Blodtrykk (mmHg)
EIA	Anstrengelsesutløst Astma
EIAH	Anstrengelsesutløst arteriell hypoksemi
EIB	Anstrengelsesutløst bronkial konstriksjon
FEV <sub>1</sub>	Forsert ekspiratorisk volum i første sekund av en utpust ( $l \cdot \text{min}^{-1}$ )
FEV <sub>1</sub> /FVC	FEV <sub>1</sub> /FVC-Ratio
FEF <sub>50</sub>	Forsert ekspiratorisk luftstrømhastighet når 50% av vitalkapasiteten er pustet ut ( $l \cdot \text{min}^{-1}$ )
FVC	Forsert vitalkapasitet (l)
HF	Hjertefrekvens (slag/min)
MVV	Maksimal Voluntær ventilasjon ( $l \cdot \text{min}^{-1}$ )
O <sub>2</sub>	Oksygen
SpO <sub>2</sub>	Arteriell oksygenmetning (%)
V <sub>E</sub>	Minuttventilasjon ( $l \cdot \text{min}^{-1}$ )
VO <sub>2</sub>	Oksygenopptak (ml/kg/min)
VO <sub>2</sub> - Maks	Maksimalt oksygenopptak (ml/kg/min)

---

## **Innhold**

<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>Forord .....</b>	<b>4</b>
<b>Forkortelser .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Problemstilling.....</b>	<b>11</b>
1.1.1 Hypoteser .....	11
<b>1.2 Underproblemstilling .....</b>	<b>11</b>
1.2.1 Underhypoteser .....	11
<b>2. Teori.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Respirasjonssystemet.....</b>	<b>12</b>
2.1.1 Ventilasjon .....	13
2.1.2 Gassutveksling .....	14
<b>2.2 Lungevolum.....</b>	<b>15</b>
2.2.1 Lungefunksjonstesting .....	16
2.2.2 Maksimum voluntær ventilasjon (MVV).....	17
2.2.3 Maksimum voluntær ventilasjon hos idrettsutøvere .....	18
<b>2.3 Luftveienes påvirkning ved idrett .....</b>	<b>19</b>
2.3.1 Anstrengelsesutløst bronkial konstriksjon (EIB) .....	21
<b>2.4 Faktorer som påvirker triatlon- og utholdenhetskonkurranser .....</b>	<b>23</b>
2.4.1 Værets påvirkning i utendørs-konkurranser .....	24
<b>3. Metode .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Studiedesign .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2 Utvalg.....</b>	<b>27</b>
3.2.1 Rekruttering og inklusjonskriterier .....	28
<b>3.3 Datainnsamling .....</b>	<b>29</b>
3.3.1 Testing av lungefunksjon .....	30
3.3.2 Testing av maksimal voluntær ventilasjon (MVV).....	30
3.3.3 Kroppssammensetning .....	31
3.3.4 Blodtrykk (BT), hjerterefrekvens (HF) og oksygenmetning (SpO <sub>2</sub> ).....	31
3.3.5 Spørreskjema.....	31
<b>3.4 Forskningsetikk .....</b>	<b>32</b>
<b>3.5 Statistikk.....</b>	<b>32</b>
<b>4. Resultater .....</b>	<b>34</b>

<b>4.1</b>	<b>Hovedfunn .....</b>	<b>35</b>
<b>4.2</b>	<b>Korrelasjonsanalyser.....</b>	<b>36</b>
4.2.1	MVV og FEV <sub>1</sub> .....	36
<b>4.3</b>	<b>Anstrengelsesutløst bronkial konstriksjon.....</b>	<b>37</b>
<b>4.4</b>	<b>Prosent av forventet.....</b>	<b>40</b>
<b>4.5</b>	<b>Korrelasjon mellom MVV, FEV<sub>1</sub>, Kroppssammensetning, og SpO<sub>2</sub>.....</b>	<b>40</b>
<b>5.</b>	<b>Diskusjon .....</b>	<b>42</b>
<b>5.1</b>	<b>Endring i MVV .....</b>	<b>42</b>
5.1.1	Normalisering dagen etter konkurranse .....	43
<b>5.2</b>	<b>Endring i FEV<sub>1</sub>.....</b>	<b>44</b>
<b>5.3</b>	<b>Anstrengelsesutløst bronkial konstriksjon.....</b>	<b>44</b>
<b>5.4</b>	<b>Fortsatt reduksjon i FEV<sub>1</sub> dagen etter konkurranse .....</b>	<b>46</b>
<b>5.5</b>	<b>Korrelasjon mellom endring i MVV og FEV<sub>1</sub>.....</b>	<b>47</b>
<b>5.6</b>	<b>Korrelasjon mellom MVV, FEV<sub>1</sub> og Kroppssammensetning.....</b>	<b>48</b>
<b>5.7</b>	<b>Metodediskusjon.....</b>	<b>48</b>
5.7.1	Deltakere og inklusjon .....	48
5.7.2	Lungefunksjonstesting .....	49
<b>6.</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>51</b>
	<b>Referanser .....</b>	<b>52</b>
	<b>Vedlegg .....</b>	<b>62</b>

## **Vedleggsoversikt**

Vedlegg 1	Ekstra tabeller og figurer
Vedlegg 2	Godkjenning fra Regional Komitè for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK sør-øst D)
Vedlegg 3	Godkjenning fra REK utviding av prosjektperiode
Vedlegg 4	Prosjektprotokoll
Vedlegg 5	Informasjonsskriv og samtykke til deltakerne
Vedlegg 6	Modifisert Allergy Questionnaire for Athletes (AQUA <sub>2008</sub> )

## **Tabelloversikt**

Tabell 1	Grad av EIB	S. 22
Tabell 2	Karakteristikk av deltakere ved baseline	S. 34
Tabell 3	Endring i variabler fra Baseline (EIB+/EIB-)	S. 39

## **Figuroversikt**

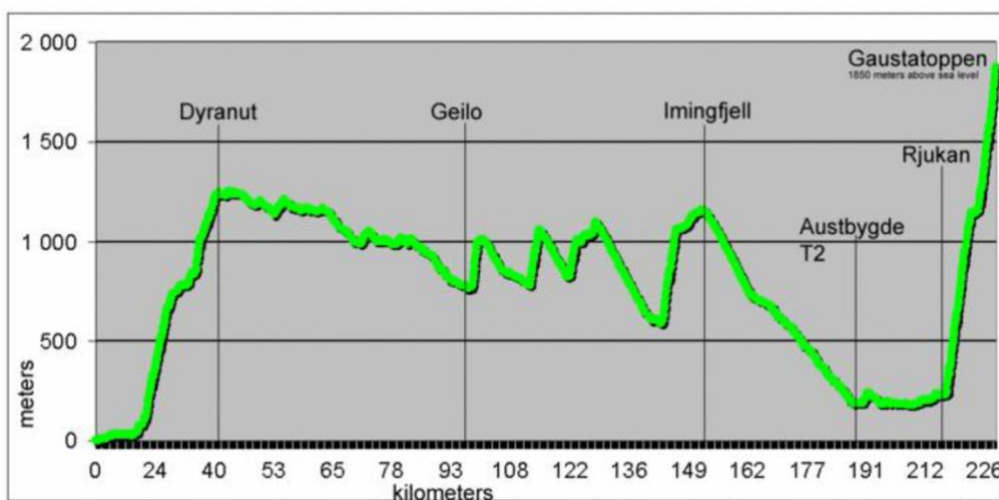
Figur 1	Løypeprofil – Norseman Xtreme Triatlon	S. 9
Figur 2	Lungevolumer	S. 15
Figur 3	Tidslinje for innsamling av data	S. 29
Figur 4	Måling av FEV <sub>1</sub> ved spirometri	S. 30
Figur 5	Måling av MVV ved spirometri	S. 30
Figur 6	Måling av kroppssammensetning	S. 31
Figur 7	Gjennomsnittlig endring i MVV og FEV <sub>1</sub>	S. 35
Figur 8	Korrelasjoner mellom FEV <sub>1</sub> og MVV	S. 36
Figur 9	Korrelasjon (%) endring mellom FEV <sub>1</sub> og MVV	S. 37
Figur 10	Prosent av forventet FEV <sub>1</sub> FVC	S. 40



# 1. Innledning

Triatlon vokste frem som idrettsgren på 1970-tallet, og etter sitt fremspring i de olympiske leker i år 2000 har det vært svært populært å delta i forskjellige disipliner av triatlon (The International Olympic Committee, u.d). Alle disipliner avvikles alltid i rekkefølgen svømming, sykling etterfulgt av løping (Norges Triatlonforbund, 2020). Et fulldistanse triatlon (også kalt Ironman) består av 3800 meter svømming, 180 km sykling og 42,2 km løping. Ekstreme utholdenhetskonkurranser har økt i både antall som blir arrangert, tilgjengelighet for deltakere og popularitet. Ultra-konkurranser har blitt definert som konkurranser med varighet over 4-6 timer (Zaryski & Smith, 2005). En av disse konkurransene heter Norseman Xtreme Triatlon, arrangeres i Norge hvert år i august og starter fra Eidfjord i Hardanger.

I følge hjemmesiden til Norseman Xtreme triatlon var visjonen å skape verdens tøffeste fulldistanse triatlon (Norseman, 2019). Den første konkurransen ble avholdt i 2003, med 21 deltakere, for å se om en slik tøff konkurranse var gjennomførbar. Ett av verdens hardeste triatlon ble født, og i 2019 ble Norseman avholdt for 17 gang med 4354 søkere fra 84 nasjoner til 250 (trukket ut fra søknader) + 40 plasser (VM). Med en svært tøff løyperofil foran seg (figur 1), og totale høydeforskjeller på 5235 meter, starter Norseman Xtreme Triatlon med at man hopper ned 4 meter utenfor kanten på en ferge i Hardangerfjord, svømmer 3,8 km inn til Eidfjord, sykler 180km til Austbygde i Telemark, etterfulgt av en full maratondistanse (42,2km) som for de 160 første avsluttes på Gaustatoppen (1850 meter over havet), og de resterende på Gaustablikk (960 meter over havet meter over havet) (Norseman, 2019).



**Figur 1.** Løypeprofil og endring i høydemeter under Norseman Xtreme triatlon, vist av Melau et al. (2019a). Figuren er utgitt under "creative commons attribution license" og er her lovlig gjengitt ved riktig sitering.

Norsk sommer byr på mye forskjellig vær, og med løypas langstrakte profil og variasjon i høydemeter, vet man aldri hva man kan forvente når det kommer til temperaturer både i vann og på land. I 2015 var temperaturen i vannet helt nede i 10 grader, mens det i 2019 var en gjennomsnittstemperatur gjennom svømmingen på 17°C og en av de varmeste Norseman konkurransene som har vært (Melau, 2019a). Lufttemperaturen i 2019 varierte fra 15°C med 94,2% luftfuktighet i Eidfjord, til 12°C og 87,8% luftfuktighet på Dyranut, 25°C grader og 53,5% luftfuktighet ved Austbygdi og til slutt 13°C grader og 69% luftfuktighet på Gaustatoppen (Melau, 2019a). Med slike store værvariasjoner, kombinert med å presse kroppen til det ytterste, gjør det Norseman til en svært spennende mulighet for å se på hvordan ekstreme konkurranser påvirker kroppen.

Tidligere har Melau et al. (2019b) sett på svømmeindusert lungeødem hos deltakere i Norseman, og Stensrud et al. (2020) har funnet signifikant reduksjon i FEV<sub>1</sub>, FVC, FEF<sub>50</sub> og SpO<sub>2</sub> fra før til etter konkurranse hos friske deltakere. Det er usikkert akkurat hvorfor lungefunksjonen reduseres hos friske deltakere uten astmahistorikk og symptomer, og det vil dermed være interessant å se på ventilatorisk kapasitet hos deltakerne, og om fatigue i respirasjonsmuskulaturen kan ha sammenheng med lungefunksjon. I denne oppgaven har jeg valgt å undersøke om det er endring i maksimal voluntær ventilasjon (MVV) fra før til etter konkurranse, og om dette eventuelt kan ha sammenheng med reduksjon i lungefunksjon.

## **1.1 Problemstilling**

”Er det en endring i maksimal voluntær ventilasjon (MVV) hos godt trente triatleter og mosjonister fra før til etter deltagelse i Norseman Xtreme Triatlon?”

### **1.1.1 Hypoteser**

H<sub>0</sub>: Det er ikke en endring i MVV fra før til etter deltagelse Norseman Xtreme Triatlon.

H<sub>1</sub>: Det er en endring i MVV fra før til etter deltagelse Norseman Xtreme Triatlon.

## **1.2 Underproblemstilling**

”Er det en korrelasjon mellom endring i MVV og endring i FEV<sub>1</sub> fra før til etter Norseman Xtreme Triatlon?”

### **1.2.1 Underhypoteser**

H<sub>0</sub>: Endring i MVV er ikke korrelert med endring i FEV<sub>1</sub> fra før til etter Norseman Xtreme Triatlon.

H<sub>1</sub>: Endring i MVV er korrelert med endring i FEV<sub>1</sub> fra før til etter Norseman Xtreme Triatlon.

## 2. Teori

### 2.1 *Respirasjonssystemet*

Når vi puster, skjer det stort sett uten at vi tenker over det (Dahl, 2005). Luften i lungene fornyes ved ventilasjon, i form av innånding (inspirasjon) og utånding (ekspirasjon). Dette skjer ved endring av trykk. Lungene veier mellom 1-2 kilo, har et volum mellom 4-6 liter, og utstrakt ville lungenes areal kunne dekket en badmintonbane (McArdle, Katch, & Katch, 2016). Luftveiene består av de øvre og nedre luftveiene (Sand, Sjaastad, Haug, & Toverud, 2014). Hvor de øvre består av nesehule, munnhule og svelget, mens de nedre består av strupehodet, luftrøret og luftrørsforgreiningene. Luftrøret deler seg i to, og danner venstre og høyre hovedbronkus, som går til hver sin lunge. Inne i lungene deler de seg videre inn i ca. 20 grener. Hver ny gren som dannes er trangere enn det forrige, og mengden av brusk avtar når grenene blir mindre (Sand et al., 2014). Så lenge det er brusk i veggene kalles det bronkier, og de første forgreiningene uten brusk kalles bronkioler. Muskulaturen rundt bronkiene innerveres av det autonome nervesystemet, og gjør at diameteren reguleres etter behov. Bronkiolene går over i alveoler, og lungevevet inneholder mer enn 600 millioner alveoler (McArdle et al., 2016; Sand et al., 2014). Rundt alveolene er det et nettverk med millioner av tynne kapillærer, og alveolene har den høyeste blodtilførselen av alle organene i kroppen (McArdle et al., 2016).

Luftveienes oppgave før gassutvekslingen skal skje, er å bearbeide luften (Sand et al., 2014). Dette skjer først ved at den varmes til kroppens temperatur, for at alveolene skal ha mest mulig stabil temperatur, etterfulgt av at den mettes med vanndamp slik at epitelet i alveolene ikke tørker ut. I tillegg både renses og filtreres luften slik at fremmede partikler og mikroorganismer ikke kommer inn i lungene og danner skader og infeksjoner. Alle deler av luftveiene som har epitel, deltar i luftveienes infeksjonsforsvar, i lag med slimet som inneholder antistoff (Sand et al., 2014). Epitelet er et celledag som fungerer som beskyttelse mot omgivelsene (Holck, 2020) Når vi puster med munnen blir ikke luften like godt forbehandlet som når vi puster inn gjennom nesen, noe som øker risikoen for luftveisinfeksjoner og astmaplager (Sand et al., 2014). Ved ventilasjon skjer det ett varmetap, fordi luften som utåndes er mettet av vanndamp.

Ånderettsmusklene har tverrstripet skjelettmuskulatur (Dahl, 2005). Denne muskulaturen er viljestyrt og innervert av det autonome nervesystemet, med både sympatisk og parasympatiske nervefibre (Shah, Herth, Lee, & Criner, 2019). Selv om ånderettsmusklene i utgangspunktet er viljestyrte, får de sine motoriske nerveimpulser fra motonevroner i ryggmargen, men aktiviteten i disse er i utgangspunktet aktivert ubevisst av aktivitet i respirasjonssenteret i hjernen (Dahl, 2005). Det vil si at forflyttingen av luft inn og ut av lungene skjer både autonomt og bevisst (McConnell, 2006). Gasstrykkene blir registrert ved kjemoreseptorer, som formidler signaler via det autonome nervesystemet og til hjernestammen, som vil si at ved ubalanse i gasstrykk vil det føre til dypere og hurtigere respirasjonsbevegelser (Hauge, 2018). Ved moderat til intensiv trening er både intercostale og abdominale musklene med på en kraftfull bevegelse på ribbene og brysthulen for å produsere en større og hurtigere ekspirasjonsdybde (McArdle et al., 2016). Ved enda høyere intensitet blir det skapt enda større trykkforskjeller.

Ved inspirasjon øker størrelsen i brysthulen ved at ribbena hever seg, sternum trykkes utover og diafragma senkes (McArdle et al., 2016). Trykkforskjell mellom luften på innsiden og utsiden av lungene (Boyles lov), gjør at lungene fylles med luft. Luften suges inn gjennom nese og munn, som igjen gjør at volumet i lungene ekspanderer og trykket reduseres til 5 mm hg lavere enn atmosfæretrykket. Ekspirasjonsbevegelsen skjer for det meste passivt. Ved ekspirasjon senker ribbene og sternum seg, og diafragma returnerer til en avslappet posisjon (McArdle et al., 2016). Dette gjør at volumet i brysthulen reduseres, og tvinger luft ut fra bronkiene og til atmosfæren.

### **2.1.1 Ventilasjon**

Minuttventilasjon ( $V_E$ ) kan øke 10-20 ganger fra hvile til hard fysisk aktivitet (McConnell, 2006; O'donovan, Koehle, & McKenzie, 2020). Typiske verdier for ventilasjonsfrekvensen i hvile er 6-10 liter, mens det i fysisk aktivitet kan være opp mot 150-200 liter (McConnell, 2006; Sand et al., 2014). Hos enkelte typer idrettsutøvere, som for eksempel roere, har det blitt målt opp mot 250 liter. Når det er sagt er oftest hjertets pumpekapasitet og ikke ventilasjonen som er en begrensende faktor for transport av  $O_2$  ut til vevene (McConnell, 2006). Det er forskjellige faktorer i luftveiene som påvirker ventilasjonen, blant annet motstanden mot luftstrøm, lungenes elastisitet og overflatespenning i alveolene (Sand et al., 2014). Lungeventilasjonens hovedhensikt er å

prøve å holde et relativt stabil konsentrasjon av oksygen og karbondioksid i alveolene (McArdle et al., 2016).

### **2.1.2 Gassutveksling**

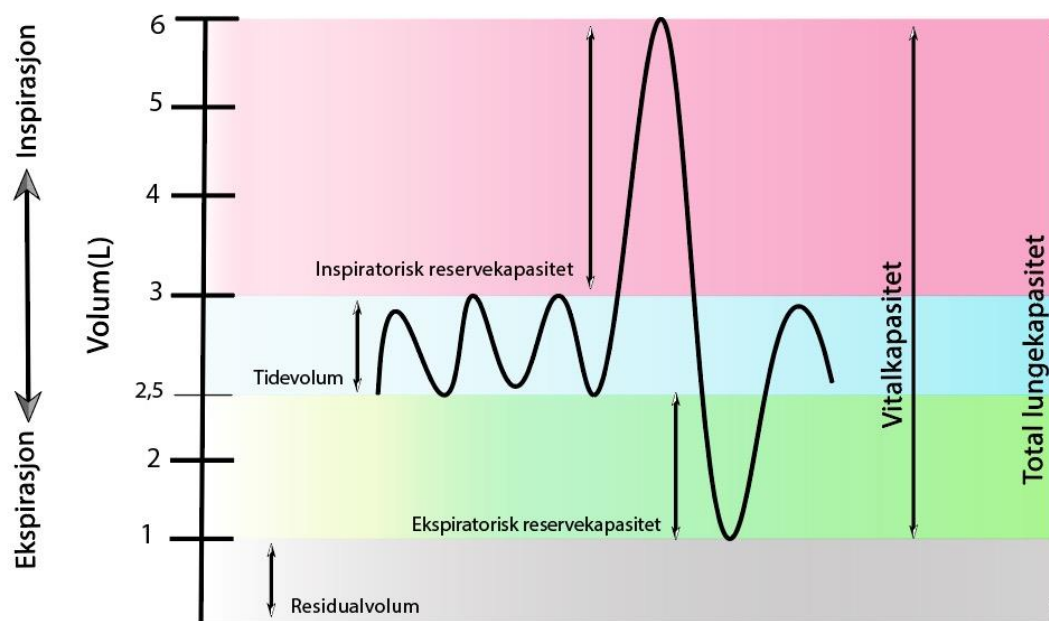
Hovedfunksjonen til respirasjonssystemet er gassutveksling av oksygen og karbondioksid (McConnell, 2006). Når ratio mellom ventilasjon og blodstrøm er optimal fungerer lungenes gassutveksling best (O'donovan et al., 2020; Sand et al., 2014). Konsentrasjonsforskjeller mellom lungekapillærer og luften i alveolene får gassutvekslingen til å skje (Dahl, 2005). Det er partialtrykket som gjør at oksygen diffunderer fra alveolene over til kapillærene. Partialtrykket av oksygen ( $pO_2$ ) er høyere i lungealveolene enn i veneblod, og  $O_2$  diffunderer derfor over, mens  $CO_2$  har høyest partialtrykk i veneblod, og diffunderer fra lungekapillærene og over i alveolene. Oksygen som har diffundert over i blodet transporteres for det meste med hemoglobin (98%), og noe løst i plasma (2%) (Kenney, Costill, & Wilmore, 2015). Hvert molekyl av hemoglobin kan frakte med seg fire oksygenmolekyler, og bindingen avhenger av  $pO_2$ , affinitet og bindestyrke. I hvile er det ca 250 ml  $O_2$  som diffunderer fra alveolene og over i blodet, og rundt 200 ml av  $CO_2$  som diffunderer over i alveolen (McArdle et al., 2016). Denne mengden kan opp mot 20-dobles når godt utholdenhetstrening driver med trening i høy intensitet. Ved fysisk aktivitet strekkes lungevevet og det blir kortere diffusjonsvei mellom alveolene og blodet (Sand et al., 2014).

Under trening kan man hos noen utholdenhetstrening individer se en abnormalitet og begrensende faktor når det kommer til gassutveksling, kalt anstrengelsesutløst arteriell hypoksemi (EIAH) (Prefaut, Durand, Mucci, & Caillaud, 2000) Hypoksemi under trening kan bli definert som en reduksjon i 8 mm hg i  $PaO_2$ , eller som verdier under 90-92% i oksygenmetning ( $SaO_2$ ), eller som en 4% reduksjon fra baseline (Prefaut et al., 2000). Ved forskjellige sykdommer kan man få problemer både med ventilasjon, vanskeligheter for å puste og generell lungekapasitet. Både obstruktive og restriktive diagnoser er vanlig for reduksjon av lungefunksjon. Ved diagnoser som f.eks. astma blir det en obstruksjon ved muskelpasmer, hevelse av slimhinner og tykk sekret i bronkiolene (McArdle et al., 2016).

## 2.2 Lungevolum

Lungevolum avhenger av mange anatomiske og fysiologiske faktorer. Blant disse er alder, kjønn, kroppsstørrelse, kroppssammensetning og etnisitet (McArdle et al., 2016; McConnell, 2006; Quanjer et al., 2012; Quanjer et al., 1993). Dette gjør at det er populasjonsspesifikke predikeringer og referanseverier. Vanligvis er det slik at lungevolumer er større hos høyere individer og lavere hos kvinner. I tillegg reduseres volumet ved alder, da både elastisiteten i lungene og muskelstyrke reduseres (McArdle et al., 2016).

I hvile, ved uanstrengt pust, puster vi inn ca. ½ liter luft kalt tidevolumet ( $V_t$ ), vist i figur 2 (Dahl, 2005). Tidevolum ( $V_t$ ) er luften som er forflyttet enten ved inspirasjon eller ekspirasjon (Dahl, 2005). Men vi kan puste inn rundt tre liter til i tillegg, kalt inspiratorisk reservekapasitet (IRV). Vi kan også puste ut ytterligere en liter, som kalles ekspiratorisk reservekapasitet (ERV). Den største luftmengden vi kan puste ut etter en maksimal innånding kalles vitalkapasiteten (VC), og består da av tidevolum + inspiratorisk reservekapasitet + ekspiratorisk reservekapasitet. Volumet som er igjen i lungene og ikke kan bli pustet ut ved ekspirasjon kalles residualvolum (RV) (McArdle et al., 2016). Residualvolumet ligger gjennomsnittlig mellom 0,9-1,2 l hos kvinner og 1,1-1,7 l hos menn.



**Figur 2.** Statistiske lungevolumer målt ved spirometri. Tidevolum ( $V_t$ ), Inspiratorisk reservekapasitet (IRV), Ekspiratorisk reservekapasitet (ERV), Residualvolum (RV) Vitalkapasitet (VC) og Total lungekapasitet (TLC).

### 2.2.1 Lungefunksjonstesting

En av de vanligste måtene for å undersøke lungefunksjonen, og avdekke en eventuell obstruksjon er ved spirometri (Dakin, Mottershaw, & Kourteli, 2017). Spirometri er ansett til å være gullstandarden for måling av lungefunksjon, og er den viktigste og oftest gjennomførte testprosedyren både for forebygging og diagnostisering av lungesykdommer (Durmic et al., 2015; Norges Astma og Allergiforbund, 2016). Dette er en form for undersøkelse som måler to forskjellige egenskaper ved lungene; 1. Volum - mengde luft som pustes ut 2. Flow - Strømningshastigheten til luften (Norsk helseinformatikk, 2020). Ved testing blir dataene plottet i enten volum mot tid (spirogram) eller flow mot volum (McConnell, 2006). Og så lenge man bruker samme utstyr for pre og post-test, kan data fra spirometre sammenlignes for variabler som FEV<sub>1</sub> og FVC (Berntsen, Stølevik, Mowinkel, Nystad, & Stensrud, 2016)

Ved måling av lungefunksjon ved spirometri har man en klype på nesen, og munnen rundt et munnstykke som man puster gjennom. Ved å trekke inn pusten så mye som vi klarer når vi total lungekapasitet (TLC), etterfulgt av hurtig og eksplosiv utpust til residualvolum (RV), får vi verdier for blant annet Forsert vitalkapasitet (FVC) og Forsert ekspiratorisk volum i første sekund av en utpust (FEV<sub>1</sub>) (Miller et al., 2005). Forsert vitalkapasitet er det maksimale volumet av luft man klarer å ekshalere etter maksimal inspirasjon (Hyatt, Scanlon, & Nakamura, 2009; Miller et al., 2005). Forsert ekspiratorisk volum det første sekundet av utpust er det maksimale volumet av luft utåndet det første sekundet etter maksimal inspirasjon.

Den vanligste obstruktive abnormaliteten man ser ved spirometri er reduksjon i FEV<sub>1</sub>. Da FEV<sub>1</sub> reflekterer luftstrøm, sier den noe om hastigheten man klarer å tømme lungene på, som da sier noe om lungenes funksjon. Forholdet mellom FEV<sub>1</sub> og FVC reflekterer ekspiratorisk power og generell motstand til luftstrøm i lungene (McArdle et al., 2016).



Normalt ligger ratioen FEV<sub>1</sub>/FVC på rundt 80% for personer under 20 år, og 75-85% for personer fra 30 år og opp (Hyatt et al., 2009; McConnell, 2006; Norges Astma og Allergiforbund, 2016; Sand et al., 2014). Det vil si at 75-80% av vitalkapasiteten blir pustet ut det første sekundet av utpusten (Norges Astma og Allergiforbund, 2016). Faktorer som kan redusere FVC er astma, kronisk bronkitt, reseksjon, atelektase, stive lunger som ved fibrose, fortykket pleura, svulster og emfysem (Hyatt et al., 2009; Quanjer et al., 1993). Ved alvorlige/kraftige obstruktive lungeemfysem og astma, kan forholdet mellom FEV<sub>1</sub>/FVC være redusert til under 40% av vitalkapasiteten (McArdle et al., 2016). FEV<sub>1</sub>/FVC-ratio er i lag med MVV mål på dynamiske lungevolumer (McArdle et al., 2016).

### **2.2.2 Maksimum voluntær ventilasjon (MVV)**

Maksimum voluntær ventilasjon (MVV) er det største volumet luft som frivillig kan bli pustet inn og ut av lungene (Hartz, Sindorf, Lopes, Batista, & Moreno, 2018; Quanjer et al., 1993). Testing av MVV måler evnen til å flytte luft inn og ut av lungene, og kan blant annet brukes for å se på ventilatorisk muskelutholdenhet og avdekke obstruktive eller restriktive mekanismer i respirasjonssystemet (McConnell, 2006). Hvor mye luft man klarer å flytte inn og ut av lungene kommer an på høyde, alder, kjønn og rase, i tillegg til tilstand av lungene som fatigue, obstruksjon, og lungenes ettergivenhet. Ofte er MVV estimert ut fra FEV<sub>1</sub>:35–40 × FEV<sub>1</sub> (Dakin et al., 2017).

Maksimum voluntær ventilasjon går ut på dyp og hurtig ventilasjon i en gitt tid, etterfulgt av at verdiene ekstrapoleres opp til L·min<sup>-1</sup> (McArdle et al., 2016; Neufeld, Dolezal, Speier, & Cooper, 2018). Testen varer gjerne bare i 10-15 sekunder, selv om den kan vare helt opp til fire minutter, men for å unngå langvarig hyperventilasjon hos forsøkspersonen blir verdiene ekstrapolert (Neufeld et al., 2018; Quanjer et al., 1993). Så ved 10 sekunders maksimum voluntær ventilasjons (MVV<sub>10</sub>)-test skal man puste inn og ut så hurtig som mulig som mulig i 10 sekunder, og ekstrapolerer verdiene opp til 1 minutt (L·min<sup>-1</sup>) (Pocock, 2018; Winter, British Association of, & Exercise, 2007). Testen gjennomføres lettest ved et elektronisk spirometer som måler flow-rate direkte (McConnell, 2006). Det er viktig at instrumentet har lav motstand til luftstrøm, siden back pressure vil svekke validiteten av målingene. MVV kan også måles over lengre tid, men da kreves det supplementert karbondioksid for å forhindre hypokapni, i tillegg til at forsøkspersonen

trenger mye oppmuntring gjennom testen. Når man gjør flere MVV<sub>10</sub>-tester, repetert for å få reliable verdier, skal to verdier være innenfor 10% eller 20 l·min, og med ventetid på tre minutter mellom testene (McConnell, 2006). Da testingen kan resultere i noe hypokapni, er det fint å instruere deltakerne til å holde pusten på slutten av testen for å få tilbake normale verdier av karbondioksid i blodet. Lav MVV kan forekomme både hos personer med restriktive og obstruktive tilstander, nevromuskulære sykdommer, hjertefeil, personer som ikke skjønner testen eller har nok innsats (Hyatt et al., 2009). Til tross for at testen er ganske uspesifikk, har den korrelert bra med treningskapasitet og dyspnè. For unge menn ligger MVV på rundt 140-180L·min<sup>-1</sup>, mens det hos kvinner ligger 80-120 L·min<sup>-1</sup> (McArdle et al., 2016).

### **2.2.3 Maksimum voluntær ventilasjon hos idrettsutøvere**

Hos idrettsutøvere har man sett høyere verdier enn hos normalbefolkningen ved testing av MVV, og det amerikanske langrennslandslaget har målt et gjennomsnitt på 192 L·min<sup>-1</sup> (McArdle et al., 2016). Mazic et al. (2015) så på forskjeller i MVV hos 15 forskjellige grupper av idrettsutøvere, sammenlignet med en sedat kontrollgruppe, og fant ingen annen forskjell i MVV enn at bokserere hadde et statistisk lavere MVV enn kontrollgruppen. Hos pasienter med obstruktive lungesykdommer kan man se at de oppnår rundt 40% av MVV forventet ut fra deres alder og legemshøyde. Ventilasjonsmusklene responderer positivt til trening, og spesifikk trening vil øke både styrke, inspiratorisk muskelfunksjon og MVV (McArdle et al., 2016).

Durmic et al. (2017) så på forskjeller i lungefunksjon og volum hos 150 idrettsutøvere innenfor basket, handball, fotball og vannpolo, og fant at de hadde høyere verdier enn referanseverdiene man opererer med. I absoluttverdier var MVV høyest hos vannpolospillere (200,7±34,6), og lavest hos fotballspillere (161,7±38,6). I prosent av forventet var vannpolo (143,0±17,4) signifikant høyere enn både basket (108,3±26,7), handball (104,5±31,7) og fotball (11,6 ± 17,6). I tillegg ble det rapportert korrelasjoner mellom BMI og MVV, med  $r = 0,46$  i studien. De konkluderte med at type sport man driver med har noe å si for de fysiologiske tilpasningene i respirasjonssystemet, noe som gjør det ekstra viktig ved respiratoriske symptomer som dyspnè, hoste og piping i brystet – da man bruker referanseverdier for spirometri, og dermed kan obstruksjoner bli underestimert for idrettsutøvere (Durmic et al., 2017).

Lazovic et al. (2015) så på lungefunksjon hos 1639 mannlige eliteutøvere i forskjellige typer sports i Serbia, og fant også ut at lungevolumene til alle idrettesutøverne lå signifikant høyere enn referanseverdiene. De høyeste verdiene ble funnet hos utholdenhetsutøvere innenfor roing, kano, svømming, langdistanseløping, sykling, og triatlon. Hill, Jacoby, and Farber (1991) målte MVV hos triatleter før en konkurranse til å være  $183 \pm 7$ . Durmic et al. (2015) sammenlignet utøvere i forskjellige typer idretter mot stillesittende kontroller, og fant ut at på tvers av type idrett og intensitetssone hadde alle utøverne høyere verdier enn referanseverdiene i FEV<sub>1</sub>. Det samme fant Myrianthefs, Grammatopoulou, Katsoulas, and Baltopoulos (2014) hos greske utøvere, og konkluderte med at det var risiko for underestimert av luftsveisobstruksjon hos utøvere. Det er også gjort lignende funn i prosent av forventet av FEV<sub>1</sub> både hos unge svømmere og elite utøvere (Armour, Donnelly, & Bye, 1993; Doherty & Dimitriou, 1997; Vaccaro, Clarke, & Morris, 1980)

### **2.3 *Luftveienes påvirkning ved idrett***

Sykdommer og infeksjoner kan spille inn på prestasjon, restitusjon og trening. Det å være i trening og aktivitet har vist seg å bedre immunforsvaret, men hos idrettsutøvere har man sett en høyere forekomst luftveisinfeksjoner (Jones & Davison, 2019). Det er spesielt hos utholdenhetsutøvere med mange treningstimer, som triatleter, svømmere, syklister og løpere. Det er infeksjoner som influensa og forkjølelse i de øvre luftveiene, som er noe av de vanligste å se hos olympiske utøvere både i sommer- og vinteridretter. Kroniske inflammasjoner kan ødelegge elastisitet og de muskulære komponentene av luftveiene (Hough, 2001). Ved svømming i kaldt vann, som det ofte er i triatlon, kan det føre til kulsesjokk og hyperventilering i starten av konkurransen (Tipton, 2020). Dette kan igjen føre til bronkospasmer. En bronkospasme kjennetegnes ved sammentrekning av den glatte muskulaturen i bronkialveggen, og fører til en innsnevring av diameteren i bronkiene (Skjønsberg, 2018). Dette gjør det tyngre å puste ved at luftstrømmen blir hindret, og bronkospasme er et karakteristisk trekk ved astma. Det mest velkjente diagnosene hos utholdenhetsutøvere er astma, definert som *"en heterogen sykdom, med karakteristikk som kronisk inflammasjon, med symptomer som piping i brystet, tungpustethet, stram følelse i brystet, hoste med begrenset luftveisekspirasjon"* (Global Initiative for Astma, 2020; O'donovan et al., 2020).

Hos idrettsutøvere blir astmadiagnose satt på bakgrunn av historie med symptomer, klinisk undersøkelse og ved objektive tester som reversibilitetstester og provokasjonstester (Carlsen et al., 2008). Inhalert  $\beta$ 2-agonist (IBA) kan forebygge for EIB i mer enn 80% av tilfellene og hurtigvirkende  $\beta$ 2-agonister kan hjelpe de 2-3 første timene (Housh, Housh, & DeVries, 2017). Hos utøvere er det ekstra viktig å ha riktig diagnose, og faktorer som slim, hoste og piping i brystet gjør at man bør testes for å være sikker på diagnosen (Carlsen, Hem, & Stensrud, 2011).

Astma og allergier har vært et økende problem for utøvere med treningsindusert astma eller EIB (Carlsen et al., 2008). Astma og bronkial hyperreaktivitet (BHR) er det hyppigste kroniske tilstanden hos olympiske utøvere (Aggarwal, Mulgirigama, & Berend, 2018; Fitch, 2012). Fra OL i 2006 fant man ut at forekomsten for bruk av IBA hos utøvere, var høyere for utøvere over 25 år (Fitch, 2016). Dette kan tyde på at flere utøvere utviklet astma senere i livet. Forskjellige idretter har forskjellig eksponering til miljøfaktorer (Carlsen et al., 2011). Utøvere som har høyere prevalens av astma på bakgrunn av miljøfaktorer er langrennsløpere som er ofte utsatt for kald luft, ishockeyspillere og kunstløpere som ofte er eksponert for kald luft i kombinasjon med andre fine partikler i ishall, og svømmere som puster inn klor-produkter i svømmehaller. Bougault, Turmel, St-Laurent, Bertrand, and Boulet (2009) gjorde en studie på 64 deltakere, 32 svømmere og 32 vinterutøvere hvor de fant bronkial hyperreaktivitet hos 69% av svømmerne og 28% av vinterutøverne, i tillegg så de noe ødeleggelse av epitelet som kan bidra til utvikling av bronkial hyperreaktivitet.

Stang et al. (2018) så på forskjeller hos svømmere og langrennsutøvere og sammenlignet med kontroller (ikke aktive idrettsutøvere). Her observerte de BHR hos 67% av de astmatiske utøverne, i 58% hos de ikke astmatiske utøverne og hos 33% av kontrollene. Burns et al. (2015) så på forekomst av astma blant utøvere i sommer-OL og fant at utøvere i utholdenhetsidretter hadde økt risiko for diagnostisert astma og astmasymptomer i forhold til den generelle befolkningen. Lund, Pedersen, Larsson, and Backer (2009) fant at 41% av danske utøvere hadde astmalignende symptomer i trening og hvile, mens 16% hadde doktordiagnostisert astma. De fant også en høyere prevalens av astma hos utøvere i utholdenhetsidretter, og mer bruk av astmamedisiner enn i andre

idretter. For sommeridretter er det triatlonutøvere som har høyest bruk av astmamedisin, mens det av vinteridretter er langrenn (Fitch, 2012).

Couto et al. (2015) har definert to fenotyper av astma hos utøvere; 1. atopisk astma 2. sportsastma. Hvor sportsastma er definert ved anstrengelsesutløste respiratoriske symptomer og bronkial hyperreaktivitet (BHR). Toennesen, Porsbjerg, Pedersen, and Backer (2014) fant at typiske trekk for den astmatiske utøveren i forhold til ikke-astmatiske utøvere var at de drev med utholdenhetsidrett, hadde flere treningstimer, og prevalensen var høyest hos kvinner. Rundt 80-90% av de som sliter med astma, sliter også med EIA/EIB (Bonini & Palange, 2015; Hough, 2001). Astma og anstrengelsesutløst bronkial konstriksjon (EIB) er brukt for å beskrive en innsnevring av luftveien som følger av høyintensiv trening. Sportsastma brukes for å forklare symptomer på astma fremkalt av trening, og EIB beskriver en reduksjon i lungefunksjon etter en treningstest eller trening (Del Giacco, Firinu, Bjermer, & Carlsen, 2015). Flesteparten av de som sliter med astma opplever også EIB, men man kan også ha EIB uten diagnostisert astma (Bonini & Palange, 2015; Parsons et al., 2013).

Knöpfli et al. (2007) så på endring i lungefunksjon over flere år hos triatleter på det sveitsiske landslaget, som ikke hadde astma eller gikk på medisiner. De observerte at EIB kan utvikle seg over flere år, fra å ikke ha redusert lungefunksjon etter trening til å få det. Og at utviklingen av EIB skjedde mye hurtigere enn utvikling av astma. Bronkial hyperreaktivitet hos utøvere på elitenivå har sammenheng med den ukentlige treningsmengden hos den enkelte (Toennesen et al., 2014). Anbefalingene for utøvere med EIB er å redusere eksponering til miljøfaktorer, og at utøveren selv har kontroll på diagnosen og han en trening som tilpasses så mye som det lar seg gjøre (Weiler et al., 2016).

### **2.3.1 Anstrengelsesutløst bronkial konstriksjon (EIB)**

Anstrengelsesutløst bronkial konstriksjon (EIB) er en akutt innsnevring av luftveiene under eller etter trening, som fører til reduksjon i lungefunksjon (Bonini & Palange, 2015; Del Giacco et al., 2015; O'donovan et al., 2020). EIB blir definert ved at man ser en  $\geq 10\%$  reduksjon av FEV<sub>1</sub> fra før til etter trening (Del Giacco et al., 2015; Parsons et

al., 2013). EIB kan blir klassifisert som mild, moderat og alvorlig (tabell 1) (MacCallum & Comeau, 2016; Parsons et al., 2013).

**Tabell 1.** Alvorlighetsgrad av EIB, vist ved prosentvis nedgang(↓) i FEV<sub>1</sub>.

Type EIB	FEV <sub>1</sub>
Mild	↓ 10% - <25%
Moderat	↓ 25% - 50%
Alvorlig	↓ ≥ 50%

FEV<sub>1</sub> = Forsert ekspiratorisk volum første sekund av utpust

EIB = Anstrengelsesutløst bronkial konstriksjon

Symptomene på obstruksjon ved aktivitet hos en person med EIB kommer gjerne etter 5-15 minutter, og varer alt fra 30- 90 minutter, men en sen-respons har også vært sett etter 4-8 timer etter aktivitet (MacCallum & Comeau, 2016; McArdle et al., 2016; O'donovan et al., 2020). Hvordan luftveiene responderer fra før til etter trening er angitt ved prosentendring i FEV<sub>1</sub>.

Foreslåtte teorier for EIB er dehydrering av luftveiene på bakgrunn av økt ventilasjon under trening og konkurranser med høy intensitet. Som igjen trigger inflammatoriske mediatorer og som fører til kontraksjon av glatt muskulatur og ødem, kald luft og klor i bassengvann, i tillegg til remodelering av luftveiene som fører til hypersensitivitet og EIB (MacCallum & Comeau, 2016) Utøvere i idretter med høy ventilasjon, både sommer og vinteridretter, kan ha respiratoriske symptomer som ligner EIB, både med og uten positiv EIB og astmatest (Weiler et al., 2016). Prevalensen av EIB hos idrettsutøvere er mellom 30-70% (Aggarwal et al., 2018; Fitch, 2012).

Diagnostisering av EIB skjer på bakgrunn av en målt endring i lungefunksjon, og ikke på bakgrunn av symptomer (Del Giacco et al., 2015). Både direkte og indirekte provokasjonstester som kan brukes for å diagnostisere astma, EIB og BHR hos idrettsutøvere. Direkte tester er metakolinprovokasjon og histaminprovokasjon, mens indirekte tester kan være EIB test i normal temperatur, EIB-test med inhalasjon av kald

eller tørr luft, idrettsspesifikk EIB-test, Eukapnisk hyperventilasjonstest, mannitolprovokasjonstest eller hypertont saltvannsprøvkasjonstest (Stensrud, 2012)

## **2.4 Faktorer som påvirker triatlon- og utholdenhetskonkurranser**

Triatlon er en idrett med en stor totalbelastning og høy treningsvolum, med mange faktorer som spiller inn på utøveren prestasjon (Turner, 2018). Det er en av de mest krevende utendørsidrettene man kan drive med, og man må mestre tre forskjellige grener og overgangen mellom de, i tillegg må man takle press, taktikk, og forskjellige klimaer (Nikolić, 2020). Treningsintensiteten i form av hjerterefrekvens, watt og hastighet har vist seg å gradvis reduseres gjennom sykle og løpedelen i langdistanse-triatlonkonkurranser (Sharma & Périard, 2020). Studier har vist at triatleter som deltar i langdistanse triatlon gjennomfører svømmedelen av konkurransen på 92% av maksimal hjerterefrekvens ( $HF_{max}$ ), og sykkeletappen på rundt 80-83%  $HF_{max}$  (Sharma & Périard, 2020). Når det er sagt har tiden på svømmingen i et langdistanse-triatlon liten korrelasjon med total prestasjon, mens sykling og løping har mye høyere korrelasjon ( $r=0,9$ ) hos godt trente utøvere. Dette er sannsynligvis fordi svømmingen er rundt 8-10% av den totale konkurransetiden, og sykling og løping resten (Sharma & Périard, 2020). I tillegg til å være den delen av den totale fulldistanse-konkurransen som tar minst tid, er det også her det er minst kjønnsforskjeller i tidsmessig fullføring av distanse (Lepers, 2019).

Knechtle, Nikolaidis, Stiefel, Rosemann, and Rüst (2016) så på deltakere som fullførte Norseman mellom 2003 og 2015, og fant ut at det ikke var forskjell i tid på menn og kvinner når det kom til svømming eller løping, men mennene var kjappere når det kom til sykling. Kjønnsmessig er menn overlegne i prestasjon i triatlon, men forskjellene er større på olympisk distanse enn Ironman triatlon (Lepers, 2019). Tidsmessig er det rundt 10-20% forskjell i fullføringstid for menn og kvinner. Grunnen til kjønnsforskjeller kan være knyttet opp mot kroppsstørrelse, kropps fett og  $VO_2$ -maks (Lepers, 2019; Mountjoy, Thomas, & Levesque, 2020). Det har vært en stadig økende deltakelse av kvinner i triatlon, og spesielt i aldersgruppen 40-54 år (Mountjoy et al., 2020). Piacentini, Vleck, and Lepers (2019) så på alder og prestasjon hos deltakere i Hawaii Ironman triatlon 2018, og fant at topp ti plasseringer var hos deltakere i alderen 30-39 år, og at de største kjønnsforskjellene i prestasjon var etter fylte 55 år. Med økende alder, faller prestasjonen i utholdenhetskonkurranser (Lepers, Sultana, Bernard, Hausswirth, & Brisswalter, 2010;

Tanaka & Seals, 2008). Når det er sagt er det fortsatt mange triatleter over 40 år, så kalte ”master triatleter” som presterer på høyt nivå (Lepers, 2020).

#### **2.4.1 Værets påvirkning i utendørs-konkurranser**

Temperatur og værforhold har mye å si for utendørskonkurranser. I 2018 gjorde værforhold at flere triatlonkonkurranser ble endret, i form av at svømmedelen ble kansellert og ekstra løping ble lagt til (Tipton, 2020). I 2018 ble sykkeletappen i Ironman 70.3 Zell am See-Kaprun i Østerrike avlyst på grunn av snø i løypa, og temperaturen var nede i 2°C mot 34°C året før. De største problemene med kaldt vær er nedkjøling og forekommer oftest i forbindelse med svømmedelen og overgangen fra svømming til syklingen. Blant annet er det nevrologiske funksjoner som blir påvirket, i form av kuldes innvirkning på energifrigjøring og enzymaktivitet, som kan føre til reduksjon i både prestasjon og sikkerhet. Det finnes ingen definisjon på kaldt vann, men under 15°C er ansett som kaldt, og temperaturer mellom 10°C - 15°C kan gi problemer som både hyperventilering og kuldesjokk. Redusert kroppstemperatur som følge av svømming i kaldt vann, kan man risikere hypotermi (kroppstemperatur lavere enn 35 °C) (Tipton, 2020). Dette er sjeldent ved svømming under 30 minutter, men kan oppstå ved lengre svømmedistanser, selv med våtdrakt.

Typiske tegn på hypotermi er dårlig koordinasjon, kalde ekstremiteter, og skjelving (Tipton, 2020). Melau, Mathiassen, Stensrud, Tipton, and Hisdal (2019c) har sett på hvordan temperaturen i vann påvirker fysiologiske faktorer i kroppen. De testet 20 triatleter over en tredagers periode. De testet seks personer på testdag 1, som skulle svømme en distanse lik langdistansetriatlon (3800 m). Her fant de at en person droppet ned til 35°C, og valgte derfor at de andre deltakerne de neste dagene skulle svømme maksimum 55 minutter, og ingen av triatletene de neste dagene falt så lavt i temperatur. Resultatene viste at hvor mye kroppstemperaturen reduseres ved svømming er svært individuelt, og at ingen deltakere faller mer enn to grader de første 30 minuttene.

Hill et al. (1991) gjorde en studie som så på endringer i lungefunksjon under en langdistanse triatlon i USA. Temperaturen var mellom 20-26°C, med luftfuktighet på 54%. Det var 12 triatleter med i studien, med gjennomsnittsalder på  $32,9 \pm 1,9$  år,



gjennomsnittlig fullføringstid på 12t : 45m ± 90 min og plassering fra 78-270. De fant signifikant reduksjon i FVC og FEV<sub>1</sub> på 7,1 og 8,4% fra baseline, og en ikke signifikant endring i FEV<sub>1</sub>/FVC-ratio. Dagen etter løp var det fortsatt en signifikant reduksjon i FEV<sub>1</sub>. De fant heller ingen signifikant endring i MVV fra baseline til etter løpet, men dette ble ikke målt igjen dagen etter løp. Blaber, Walsh, Carter, Seedhouse, and Walker (2004) gjorde en studie på ti langdistanseløpere som deltok i det kanadiske nasjonale mesterskapet på 100-km. På selve testdagen var det mellom 9°C og 11°C, og løypeprofiler var svært flat med mindre enn 100 høydemeter i forskjell på høyeste og laveste punkt i løypa. Lungefunksjon ble målt dagen før løpet, og fem minutter etter løpsslutt. MVV ble målt ved 30 sekunders test (MVV<sub>30</sub>). Løperne hadde gjennomsnittsalder på 35.8 ± 7 år, løp 160 ± 25 km·wk<sup>-1</sup> og hadde tidligere løpt mellom 11-100 Marathon, og hadde trent løping mellom 6-30 år. De fant en signifikant reduksjon i MVV<sub>30</sub> fra pre til post-test, men verdiene var ikke forskjellige de 10 første sekundene av testen. De fant også en signifikant korrelasjon mellom MVV og konkurransetid.

Stensrud et al. (2020) så på lungefunksjon hos 63 deltakere i Norseman Xtreme Triathlon fra 2016 og 2017. Været var ganske likt begge årene i denne konkurransen og temperaturen i vannet var gjennomsnittlig 14,3 grader, mens det i luften varierte fra 3,2-16,2 grader, med luftfuktighet mellom 69%-93%. De målte deltakerne før, 5-10 minutter etter konkurranse og dagen etter konkurranse. Triatletene i studien var i snitt 40,2 år, 179,1 cm høy, med BMI på 23,9, hjerterefrekvens på 57,9 og blodtrykk på 132/78. De fant signifikant reduksjon i FVC og FEV<sub>1</sub>, fra både baseline til post-test 1, og 2. De fant også at 46% av triatletene hadde EIB (≥10% reduksjon FEV<sub>1</sub>) ved post-test 1, og 16% hadde fortsatt EIB på post-test 2 dagen etter konkurransen. I tillegg viste 65% mild til moderat grad av anstrengelsesutløst arteriell hypoksemi (EIAH), definert som en ≥4% reduksjon i SpO<sub>2</sub>.

Stensrud, Berntsen, and Carlsen (2006) så på trening i vanlige omgivelser (20°C og 45% luftfuktighet) mot trening i fuktige omgivelser (19°C og 95% luftfuktighet) for personer med påvist EIB. De fant at VO<sub>2</sub>-maks og maksimal hjerterefrekvens (HF<sub>maks</sub>) økte signifikant ved økt fuktighet. Reduksjon i FEV<sub>1</sub> og FEF<sub>50</sub> fra før til etter trening ble signifikant mindre i fuktige omgivelser enn vanlige omgivelser. Mohammadzadeh, Ghanbarzadeh, Habibi, Shakeryan, and Nikbakht (2013) gjorde en studie for å se på

effekten av varmt versus kaldt klima på lungefunksjon etter høyintensitets intervaller hos godt trente tenåringer. De løp intervaller i 22 minutter på en tredemølle i kalde (10°C) og varme (45°C) omgivelser med nesten 50% luftfuktighet. Lungefunksjon ble målt før aktivitet og 1, 5, 15, 30 og 60 minutter etter aktivitet, og fant at reduksjon i FEV<sub>1</sub> var signifikant større i kald luft enn i varm luft. De fant at 60% av deltakerne (18 av 30) hadde EIB etter fullført økt i kald luft, mot 40% (12 av 30) i varm luft. De konkluderte dermed med at lungefunksjon er påvirket av temperatur, selv med lik luftfuktighet. I tillegg er også forekomsten av EIB høyere ved trening i kald luft, vs trening i varm luft. De konkluderte også med at man burde unngå høy-intensiv trening (>95% av maksimal hjerterefrekvens) på vinteren og i ekstremt lave- og høye temperaturer.

### **3. Metode**

Denne masteroppgaven er en del av et større forskningsprosjekt, ”Endringer i biomarkører og lungefunksjon hos idrettsutøvere etter fulldistanse triatlonkonkurranser”. Prosjektet startet med datainnsamling i forbindelse med Norseman Xtreme Triatlon i 2016 og foreløpig siste datainnsamling ble gjennomført i 2019. Resultatene i den foreliggende masteroppgaven ble samlet inn i 2019 og hensikten var å kartlegge endringer i biomarkører og lungefunksjon etter en langvarig og hard fysisk belastning. Prosjektet er et samarbeid mellom flere institusjoner, og forskningsleder er Jonny Hisdal ved Oslo universitetssykehus (OUS), og prosjektleder er Trine Stensrud ved Norges idrettshøgskole.

#### **3.1 Studiedesign**

I denne masteroppgaven målte vi kroppssammensetning, lungefunksjon (spirometri), MVV, blodtrykk (BT), oksygenmetning (SpO<sub>2</sub>), hjerterefrekvens (HF), pupillometri og respiratoriske symptomer ved spørreskjema. Alle testene ble gjort til alle tidspunktene, foruten om Inbody og AQUA<sub>2008</sub> som bare ble gjort ved baseline. Av data som ble målt, vil jeg i denne oppgaven bruke kroppssammensetning, lungefunksjonstester med MVV, FEV<sub>1</sub> og FVC. Referanseverdier for lungefunksjon er i henhold til Quanjer et al. (2012).

#### **3.2 Utvalg**

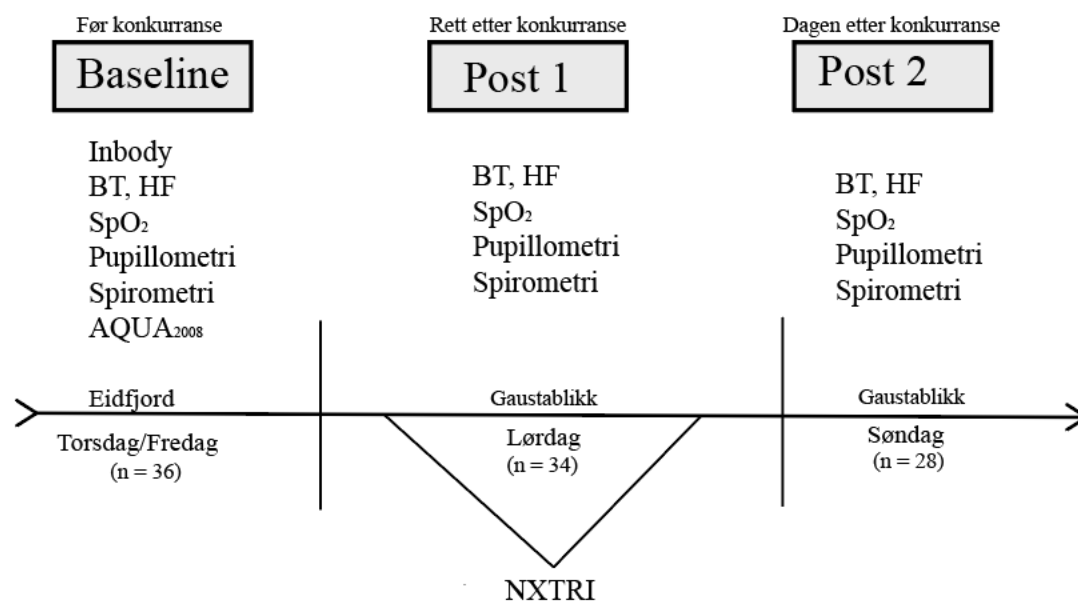
Det var 36 deltakere som deltok ved baseline, henholdsvis fire kvinner og 32 menn. Karakteristikk av deltakerne er beskrevet i tabell 2, kapitel 4. Etter målgang, ved post-test 1 fikk vi målt 34 deltakere. Dagen etter konkurranse fikk vi målt 28 deltakere, fordelt på 3 kvinner og 25 menn. Dette gjør at vi har komplette datasett for 28 personer, bortsett fra for MVV, hvor vi bare har 27 med komplett datasett. De fleste deltakere er av europeisk opprinnelse, med unntak av to fra Nord-Amerika og en fra Asia, og 17 av 28 deltakere (53%) var fra Norge. Deltakerne i studien fullførte Norseman med plasseringer fra 2-182, og 19 av 28 gikk i mål på Gaustatoppen, mens de resterende gikk i mål på Gaustablikk.

### **3.2.1 Rekruttering og inklusjonskriterier**

Noen uker før konkurranse fikk deltakere som hadde fått plass i Norseman tilsendt et infoskriv på e-post og tilbud om å delta i forskningsprosjektet (vedlegg 5). Infoskrivet inneholdt beskrivelse av prosjektets formål, hva som skulle testes og informasjon om frivillig deltakelse. Ved oppmøte til baseline-testing i Eidfjord fikk deltakerne ID-nummer, mer informasjon om testene de skulle gjennom, i tillegg til at de signerte samtykkeskjema.

### 3.3 Datainnsamling

Innsamling av data ble gjennomført i henhold til protokoll ved tre forskjellige tidspunkter (Figur 3). Baseline er pre-test før konkurranse. Post-test 1 var fra rett etter konkurranse til ca 2,5 timer etter konkurranse avhengig av om deltakeren hadde målgang på Gaustatoppen eller Gaustablikk. Post-test 2 var på formiddagen, dagen etter konkurranse. Testene før konkurranse ble gjennomført på Quality Hotel Vøringfoss i Eidfjord, mens post test 1 og post test 2 ble gjennomført etter løpet på Gaustablikk høyfjellshotell.



BT = blodtrykk, HF = hjertefrekvens, SpO<sub>2</sub> = oksygenmetning, AQUA2008 = Allergy questionnaire for Athletes  
Inbody = Inbody kroppsanalyse via bioimpedans, NXTRI = Norseman Xtreme Triathlon

**Figur 3.** Tidslinje for innsamling av data. Datainnsamling over tre dager på to ulike steder. Trettiseks deltakere ble testet ved baseline (4 kvinner, 32 menn), 34 deltakere (3 kvinner, 31 menn) ble testet like etter målgang (post-test 1) og 26 deltakere (3 kvinner, 23 menn) ble testet dagen etter konkurranse (post-test 2).

### 3.3.1 Testing av lungefunksjon

Etter protokoll ble lungefunksjon målt ved maksimal ekspiratorisk flow-volum kurve med et håndholdt SMART PFT USB spirometer (Medical Equipment Europe, Hammelburg, Germany). Testprotokollen var standardisert etter Quanjer et al. (1993), og instrumentet ble kalibrert flere ganger under testdagene for å opprettholde god validitet og reliabilitet. Kalibrering ble utført ved hjelp av 3 liters kalibreringspumpe og en portabel værstasjon.

Testen gikk ut på at deltakeren satt på en stol, hadde på nese-klype og pustet inn gjennom et munnstykke. Ved forsøk var det fullstendig inspirasjon etterfulgt av en hard, rask og lang ekspirasjon. Dette ble gjort 2-3 ganger både på baseline, post-test 1 og post-test 2. I denne oppgaven bruker jeg verdier fra forsert ekspiratorisk volum det første sekundet av utpust ( $FEV_1$ ) og forsert vitalkapasitet (FVC). Resultatene blir presentert i absolutte verdier og prosent av forventet (referanseverdier) etter (Quanjer et al., 2012). En reduksjon i  $FEV_1$  som fra baseline til post 1 eller 2 er redusert med 10% vil det bli definert som EIB (Parsons et al., 2013).



**Figur 4.** Spirometri dagen etter konkurranse på Gaustablikk.



**Figur 5.** Test av MVV dagen etter konkurranse

### 3.3.2 Testing av maksimal voluntær ventilasjon (MVV)

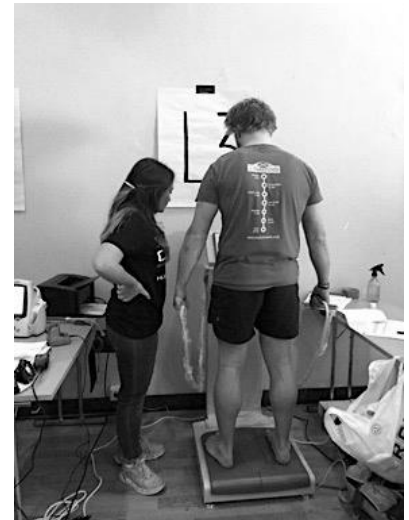
Maksimal voluntær ventilasjon (MVV) ble målt etter standardisert protokoll hvor forsøkspersonen sto oppreist, og pustet inn og ut så fort og dypt som mulig i 10 sekunder (figur 6). Testen gjennomførtes 1-3 ganger, og forsøkspersonen fikk pause og mulighet til å sette seg ned mellom forsøkene. MVV ble testet ved hjelp av et håndholdt SMART

PET USB spirometer (Medical Equipment Europe, Hammelburg, Germany). Instrumentet ble kalibrert flere ganger under testdagene for å opprettholde god validitet og reliabilitet, og kalibrering ble utført ved hjelp av 3 liters kalibreringspumpe og en portabel værstasjon. Testpersonene gjennomførte MVV-testing etter fullførte spirometri, og ved alle måletidspunktene.

### 3.3.3 Kroppssammensetning

Kroppssammensetning ble målt ved InBody 720 (Biospace, England). En analyse tok 60 sekunder og gjøres via bioelektriske impedansmålinger i høyre arm, venstre arm, torso, høyre bein og venstre bein (Inbody, 2004).

Forsøkspersonen måtte stå på Inbody maskinen uten sokker og klokke, med minst mulig klær, og holde armene litt ut fra kroppen mens de holde i håndtakene for mest mulig nøyaktig impedansmåling (Figur 4). Informasjon fra Inbodymaskinen relevant for denne oppgaven er blant annet kroppsvekt (kg), kroppsfett (%), kroppsmasseindeks (KMI).



**Figur 6** Måling av kroppssammensetning med Inbody 720

### 3.3.4 Blodtrykk (BT), hjerterefrekvens (HF) og oksygenmetning (SpO<sub>2</sub>)

Vi målte systolisk og diastolisk blodtrykk (BT), hjerterefrekvens (HF) og oksygenmetning (SpO<sub>2</sub>) med samme apparat (Allyn welch, spot Vital signs, LXi, New York, USA). Målingene ble gjort ved at deltakerne satt vanlig på en stol, med mansjetten på venstre arm, sentrert rett over den brakiale arterien, og med riktig mansjettstørrelse. Ved feil størrelse og posisjonering av mansjetten kan man få feil på- og ureliable målinger (Bilo et al., 2017; Welch Allyn, 2014). Oksygenmetning ble målt ved en sensor som ble plassert på fingeren og som var koblet til apparatet som målet blodtrykk og hjerterefrekvens. Denne sender ut stråler og måler absorpsjonen av lys, da blodet absorberer lys og vi videre får videre ut oksygenmetning ut derfra (Chan, Chan, & Chan, 2013; DeMeulenaere, 2007).

### 3.3.5 Spørreskjema

Ved baseline fikk alle deltakerne utdelt et spørreskjema (Modified Aqua2008 , Allergy questionnaire for Athletes) (Bonini et al., 2009). Det er et spørreskjema for idrettsutøvere,

og tar for seg astma, respiratoriske symptomer og allergier (Vedlegg 6). Skjemaet ble besvart på engelsk, og deltakerne hadde mulighet til å spørre testledere om hjelp ved utfylling av skjema.

### **3.4 *Forskningsetikk***

Forskningsprosjektet ble godkjent av Regional komite for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK) Sør-øst i 2016, (2016/932-1) (Vedlegg 2). Prosjektperioden ble søkt utvidet 15.04.2019, og godkjent 13.06.2019 til å gjelde ut 31.12.2022 (vedlegg 3). Hver forsøksperson måtte signere informert samtykke før deltakelse i prosjektet, slik som Helsinkideklarasjonens etiske prinsipper for medisinsk forskning med menneskelige forsøkspersoner tilsier (The Norwegian National Committees for Research Ethics, 2014). Både fordeler og eventuelle ulemper ved å delta i prosjektet ble deltakerne informert om på forhånd. I samtykket blir det presisert at forsøkspersonen er med frivillig, og kan trekke seg fra prosjektet når som helst uten å avgi noen som helst forklaring. Alle resultatene i dette forskningsprosjektet er avidentifisert, slik at man ikke kan identifisere enkeltpersoners datamateriale.

### **3.5 *Statistikk***

Det er 34 deltakere som har gyldige resultater fra baseline til post-test 1, og 28 deltakere som har gyldige resultater (komplette datasett) til post-test 2. Det vil bli brukt per-protokoll analyser som beskrevet hos Shah (2011).

Datamaterialet er behandlet i Statistical Package of Social Science (SPSS, versjon 24, windows) og Excel for Mac 2016 versjon 15.26. Tabeller og figurer er utarbeidet i henholdsvis Excel 2016 (versjon 15.26), Adobe Photoshop cc 2018 (versjon 19.0) og Adobe Illustrator cc 2018 (versjon 22.0.1).

Normalfordelingen av variablene ble vurdert i Shapiro-Wilk test og histogram. Signifikansnivået ( $\alpha$ ) ble satt til  $\leq 0,05$ . Deskriptive data er presentert som gjennomsnitt med standardavvik eller 95% konfidensintervall, med mindre annet er nevnt. Variansanalyse (ANOVA) for repeterte målinger og t-tester ble brukt for å undersøke endringer i lungefunksjon ved de ulike måletidspunktene, og Bonferroni ble brukt som post hoc test. Prosentendringer mellom måletidspunkter er vist som endring fra baseline



med 95% konfidensintervall.

For å analysere mulige korrelasjoner mellom to kontinuerlige variabler ble Spearman's korrelasjonskoeffisient ( $r$ ) brukt. Enkelte korrelasjonene er beskrevet og vist i scatterplot. Vi har ikke tatt hensyn til kjønnsforskjeller i studien, på grunn av få kvinner som deltar.

## 4. Resultater

Ved målgang hadde deltakerne gjennomført 3,8 km svømming i vanntemperatur mellom 16,4 til 17,6°C, 180 km sykling i lufttemperatur mellom 12,5-25,1°C med luftfuktighet på 53,5-94,2%, og løpt 42 km i temperaturer mellom 25,1-13,5 °C i luftfuktighet mellom 53,5%-71,2% (Melau, 2019a). Deltakerne kom i mål fra 2-182 plass, med tider mellom 10-20 timer, og 19 av 28 deltakere fullførte konkurransen med målgang på Gaustatoppen.

**Tabell 2** Karakteristikk av deltakerne (n=28, 25♂/3♀) før konkurransen vist ved gjennomsnitt, standardavvik og min-maks. Kategoriske variabler er subjektive svar på AQUA<sub>2008</sub>.

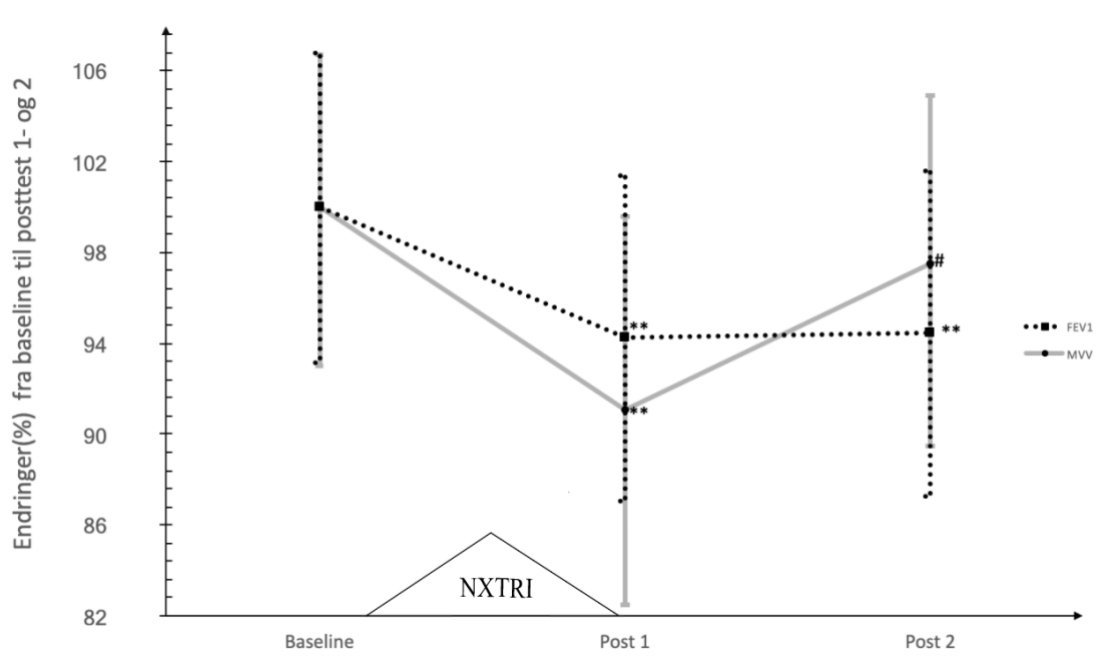
	Totalt (n=28)	Min - maks
Alder (år)	41,5 ± 8,4	25,0 - 55,0
Høyde (cm)	178,4 ± 7,3	162,0 - 193,0
Vekt (kg)	78,0 ± 10,4	60,9 - 105,4
KMI (kg/cm <sup>2</sup> )	24,3 ± 2,6	20,6 - 31,3
Fettmasse (%)	16,0 ± 5,1	5,5- 24,3
BT (mmHg) SYS/DIA	135/81	112,5 - 167,0 / 68,0 - 106,5
HF (slag/min)	53,7± 8,0	40,0 - 74,0
Konkurransetid (timer)	14,5 ± 1,8	10,01 - 19,3
Plassering	86, 7 ± 61,6	2 - 182
Astma	2 (7%)	-
Astmamedisiner	1 (3,5%)	-
Respiratoriske symptomer	6 (21,4%)	-
Astmaanfall siste året	4 (14,2%)	-
Kosttilskudd	15 (54,5%)	-

KMI = Kroppsmasseindex, FEV<sub>1</sub>= Forsert ekspiratorisk volum det første sekundet av utpust, BT = Blodtrykk, HF = Puls, Respiratoriske symptomer er selvrapportert piping i bryst, hoste eller slim via AQUA<sub>2008</sub>

Som nevnt i 3.5 er det svært få kvinner som gjør resultatene er slått sammen. Figur av absoluttverdier mellom kjønn i MVV ligger vedlagt (vedlegg 1)

## 4.1 Hovedfunn

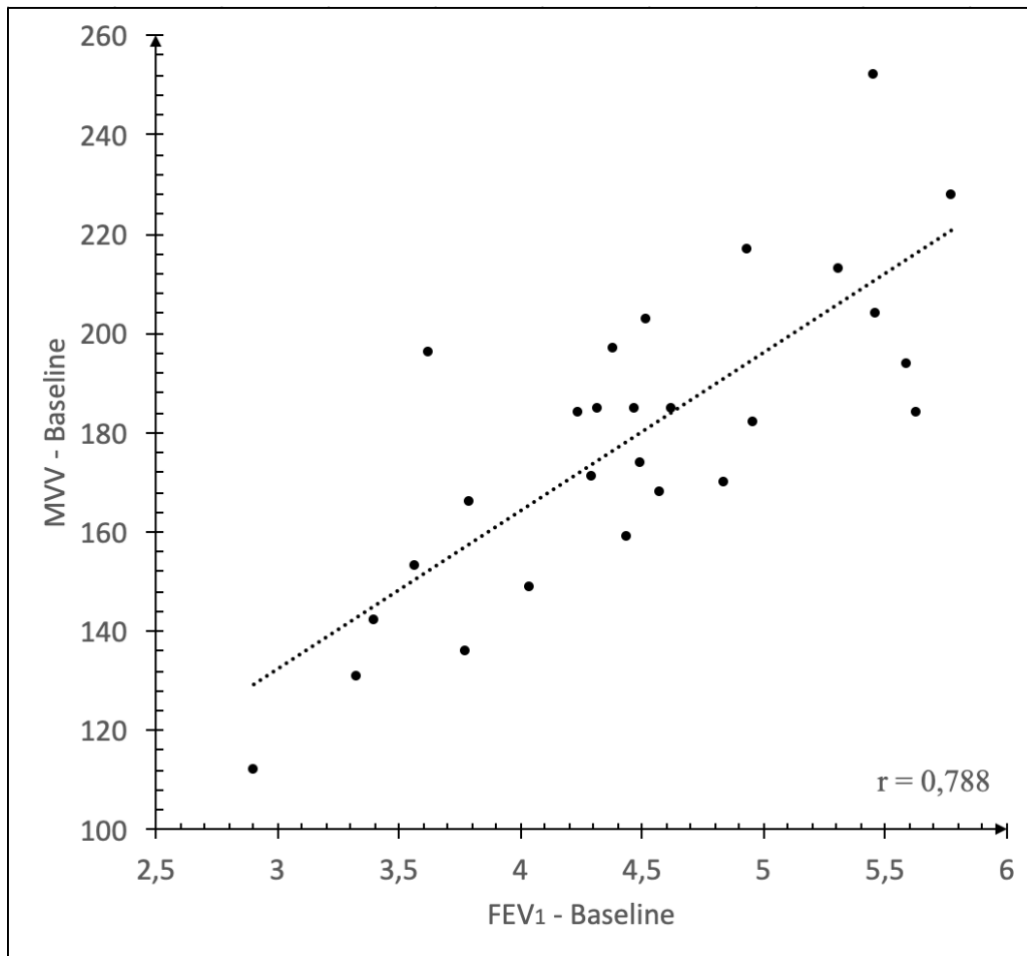
Gjennomsnittlig var det en signifikant reduksjon på  $-8,9\% \pm 9,1$  ( $p \leq 0,001$ ) i maksimal voluntær ventilasjon (MVV) fra baseline til post-test 1, og 23 av 27 hadde en reduksjon. Det var en signifikant økning i MVV fra post-test 1 til post-test 2 på  $7,9\% \pm 12,7$  ( $p \leq 0,05$ ). Den gjennomsnittlige endringen fra baseline til post-test 2 dagen etter konkurranse var på  $-2,4\% \pm 7,6$ . Vi fant en signifikant korrelasjon ( $p \leq 0,05$ ) mellom FEV<sub>1</sub>-baseline og MVV-baseline (figur 8) og mellom prosentendring i MVV og prosentendring i FEV<sub>1</sub> (figur 9) fra baseline til post-test 1. Det var en signifikant gjennomsnittlig reduksjon i FEV<sub>1</sub> fra baseline til post-test 1, på  $-5,9\% \pm 7,8$  ( $p \leq 0,001$ ). Fra baseline til post-test 2 var det en fortsatt signifikant reduksjon på  $-5,3\% \pm 7,3$  ( $p \leq 0,001$ ).



**Figur 7.** Gjennomsnittlig prosentvis endring i maksimal voluntær ventilasjon (MVV) og forsert ekspiratorisk volum det første sekundet av utpusten (FEV<sub>1</sub>) fra baseline (dagen før konkurranse) til post-test 1 (rett etter konkurranse) og posttest 2 (dagen etter konkurranse) med 95% konfidensintervall. Baselineverdien er satt til 100%. Signifikansnivå 0,05. \*\*=Signifikant endring fra baseline ( $p \leq 0,001$ ), # = Signifikant endring fra posttest 1, NXTRI = Norseman Xtreme Triatlon konkurranse

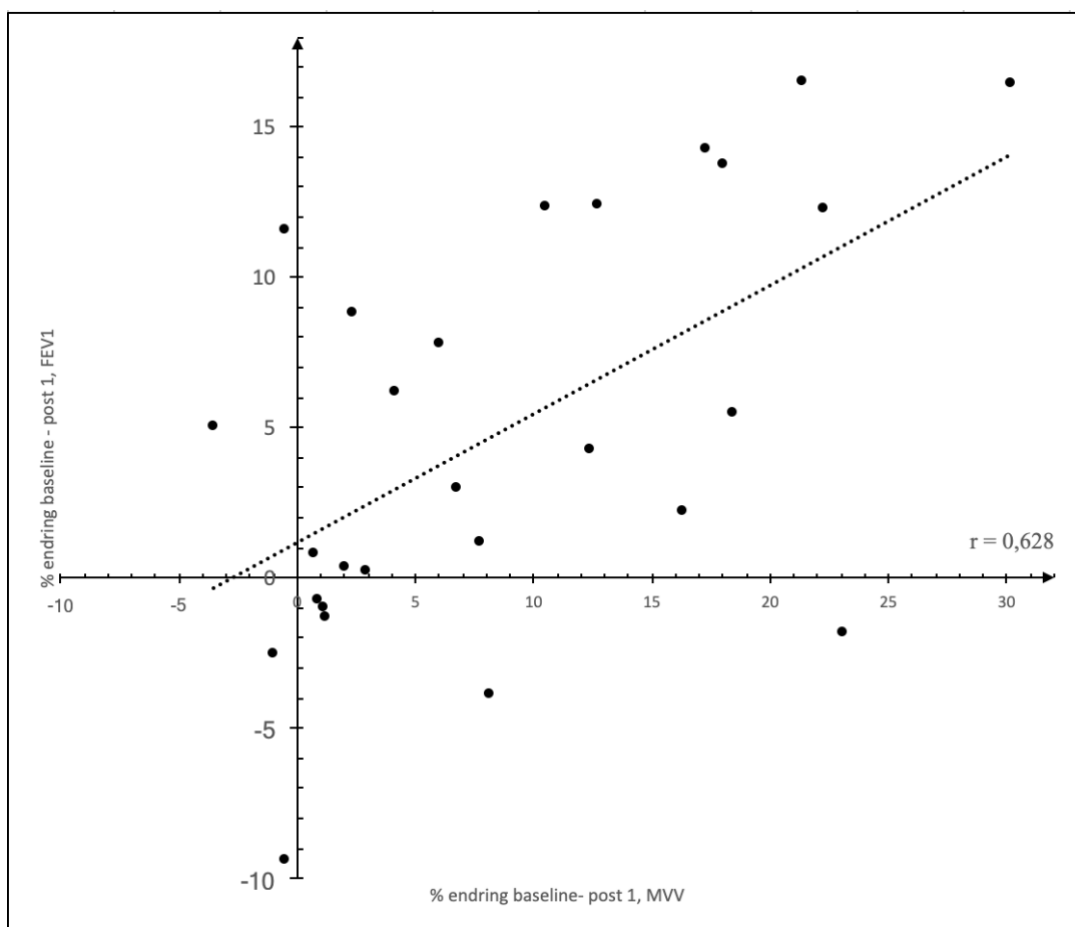
## 4.2 Korrelasjonsanalyser

### 4.2.1 MVV og FEV<sub>1</sub>



**Figur 8.** Korrelasjon mellom forsert ekspiratorisk volum det første sekundet av utpust (FEV<sub>1</sub>) og maksimal voluntær ventilasjon (MVV) ved baselinetesting i Eidfjord,  $r=0,788$  ( $p \leq 0,001$ ).

Vi fant en signifikant korrelasjon ( $p \leq 0,05$ ) mellom FEV<sub>1</sub>-baseline og MVV-baseline, og mellom prosentendring i MVV og prosentendring i FEV<sub>1</sub> fra baseline til post-test 1. Vi fant en middels korrelasjon ( $r=0,628$ ,  $p=0,002$ ) mellom prosentendring i FEV<sub>1</sub> og prosentendring i MVV fra før til etter konkurranse, og en middels til høy korrelasjon ( $r=0,748$ ,  $p \leq 0,001$ ) mellom FEV<sub>1</sub>-baseline og MVV-baseline. Hos deltakere med reduksjon i MVV, hadde 18 av 28 (67%) også reduksjon i FEV<sub>1</sub>.



**Figur 9.** Korrelasjon mellom endring (%) fra baseline til post-test 1 (rett etter konkurranse) mellom forsert ekspiratorisk volum det første sekundet av utpust ( $FEV_1$ ) og maksimal voluntær ventilasjon (MVV),  $r = 0,628$  ( $p \leq 0,001$ ).

### 4.3 Anstrengelsesutløst bronkial konstriksjon

Anstrengelsesutløst bronkial konstriksjon (EIB) er i denne oppgaven definert som en  $\geq 10\%$  reduksjon i  $FEV_1$  (MacCallum & Comeau, 2016; Parsons et al., 2013). Ved post-test 1 hadde 32% (9 av 28)  $\geq 10\%$  reduksjon i  $FEV_1$ , og 7% (2 av 28) hadde  $\geq 10\%$  reduksjon i  $FEV_1$  dagen etter konkurranse. Av de som hadde  $\geq 10\%$  reduksjon i  $FEV_1$ , hadde 78% også reduksjon i MVV ved post-test 1, mens 2 av 2 med EIB ved post-test 2 hadde reduksjon i MVV. Hvis man ser på alle som fullførte baseline og post-test 1, hadde 27 av 34 (79,4%) triatleter reduksjon i  $FEV_1$  fra baseline til Post-test 1, hvor 10 av 34 (29,4%) hadde en reduksjon på mer enn 10%. Syv av 27 (26%) av deltakerne med reduksjon i MVV, hadde EIB.

Av de to deltakerne med astma hadde begge reduksjon i FEV<sub>1</sub>, FVC og MVV. Mens en hadde EIB med 14,1% reduksjon i FEV<sub>1</sub> ved post-test 1 rett etter konkurranse. Begge deltakere med diagnostisert astma rapporterte om astmaanfall innenfor de siste 12 måneder, i tillegg til to deltakere uten diagnostisert astma. Alle som rapporterte om bruk av astmamedisiner hadde diagnostisert astma. Det ble ikke rapportert hvilke kosttilskudd deltakerne tar, bare at de tar en form for kosttilskudd.

I tabell 3 er deltakerne delt opp i to grupper: de som hadde en reduksjon i FEV<sub>1</sub> fra baseline til post-test 1 som er  $\geq 10\%$  (EIB+, n=9), og de som har en  $\leq 10\%$  reduksjon i FEV<sub>1</sub> fra baseline til post-test 1 (EIB-, n=19). Begge grupper hadde signifikant endring i MVV fra baseline til post-test 1, og EIB+ hadde og signifikant endring til post-test 2. Det var en signifikant forskjell i FEV<sub>1</sub> mellom EIB+ og EIB- ved post-test 1.

Oksygenmetning var signifikant redusert ( $p \leq .001$ ) for både EIB + og EIB - gruppen fra baseline til post-test 1 og fra baseline til-post test 2 (tabell 3). Totalt var det en 2,3%  $\pm 2,0$  reduksjon fra baseline til post-test 1, og 3,0%  $\pm 1,5$  reduksjon fra baseline til post-test 2. Det var en -0,73% ikke signifikant endring fra post-test 1 til post-test to. Av deltakerne i studiene hadde 21% EIAH, definert som en 4% reduksjon i SpO<sub>2</sub>.

**Tabell 3.** Lungefunksjonsvariabler og oksygenmetning målt ved baseline,  $\leq 2,5$  timer etter målgang (post-test 1) og dagen etter løpet (post-test 2) gruppert etter totale verdier og Anstrengelsesutløst bronkial konstriksjon (EIB): EIB+ (positiv), EIB- (negativ). EIB+ er deltakere med  $\geq 10\%$  reduksjon i FEV<sub>1</sub> fra baseline til post-test 1. EIB- er deltakere med  $< 10\%$  reduksjon i FEV<sub>1</sub> fra baseline til post-test. Totalt er det 28 deltakere fordelt på EIB+ (n=9) og EIB- (n=19).

		Baseline	Post-test 1	Post-test 2
MVV (L) <sub>1</sub>	EIB+	175,6 ± 28,0 (152,2, 199,0)	147,6 ± 32,7 (120,2, 175,0)*	161,6 ± 29,3 (137,1, 186,1)*
	EiB-	180,7 ± 32,7 (164,9, 196,5)	170,5 ± 35,2 (153,5, 187,5)*	181,0 ± 35,6 (163,8, 198,2)
	Tot.	179,2 ± 30,9 (166,6, 191,5)	163,7 ± 35,2 (149,6, 177,7)**	175,2 ± 34,5 (161,6, 188,9)#
FEV <sub>1</sub> (L)	EIB+	4,3 ± 0,6 (3,8, 4,8)	3,7 ± 0,5 (3,2, 4,1)** &	3,8 ± 0,7 (3,3, 4,4)*
	EIB-	4,5 ± 0,8 (4,1, 4,9)	4,4 ± 0,7 (4,0, 4,7)&	4,3 ± 0,7 (4,0, 4,7)**
	Tot.	4,4 ± 0,7(4,1, 4,7)	4,2 ± 0,7(3,9, 4,5) **	4,2 ± 0,7(3,9, 4,5)**
FEV <sub>1</sub> (% av pred)	EIB+	114,0 ± 7,5 (108,1, 119,8)	96,8 ± 8,8 (90,0, 103,7)**&	101,3 ± 14,1 (90,4, 112,1)*
	EIB-	112,7 ± 12,7 (106,6, 118,9)	111,0 ± 10,5 (105,9, 116,0)&	109,6 ± 10,8 (104,4, 114,9)**
	Tot.	113,1 ± 11,1(108,8, 117,5)	106,4 ± 11,9 (101,8, 111,0)**	107,0 ± 12,3 (102,2, 111,7)**
FVC (L)	EIB+	5,4 ± 0,7 (4,8, 6,0)	4,9 ± 0,5 (4,4, 5,3)*	4,8 ± 0,5 (4,4, 5,3)
	EIB-	5,6 ± 0,9 (5,1, 6,0)	5,3 ± 0,7 (5,0, 5,7)*	5,4 ± 0,8 (5,0, 5,8)
	Tot.	5,5 ± 0,9(5,2, 5,8)	5,2 ± 0,7(4,9, 5,5)**	5,2 ± 0,7(4,9, 5,5)*
FVC (% av pred)	EIB+	115,3 ± 5,4 (111,1, 119,5)	104,4 ± 7,5 (98,6, 110,2)*	106,8 ± 12,4 (97,3, 116,4)
	EIB-	115,6 ± 9,8 (110,8, 120,3)	111,4 ± 8,0 (107,5, 115,3)*	113,2 ± 8,3 (109,2, 117,2)
	Tot.	114 ± 9,0 (112,2, 118,8)	108 ± 8,7 (105,8, 112,4)**	111,2 ± 10,0 (107,3, 115,0)*
FEF <sub>50</sub> (Ls)	EIB+	5,1 ± 1,5 (3,9, 6,2)	4,0 ± 1,6 (2,7, 5,3)*&	4,2 ± 1,8 (2,8, 5,6)
	EIB-	5,2 ± 1,7 (4,4, 6,0)	5,5 ± 1,7 (4,6, 6,3)&	5,2 ± 1,8 (4,3, 6,1)
	Tot.	5,2 ± 1,6 (4,5, 5,8)	5,0 ± 1,8 (4,3, 5,7)	4,9 ± 1,8(4,1, 5,6)
FEF <sub>50</sub> (%pred)	EIB+	101,8 ± 26,0 (81,9, 121,8)	79,7 ± 27,3 (58,7, 100,8)*	84,0 ± 30,9 (60,1, 107,8)
	EIB-	101,8 ± 31,3 (86,7, 116,9)	107 ± 32,7 (91,2, 122,7)	101,8 ± 35,7 (84,6, 119,1)
	Tot.	101,8 ± 29,2 (90,5, 113,1)	98,2 ± 33,2 (85,3, 111,1)	96,14 ± 34,7(82,6, 109,6)
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	EIB+	80,7 ± 5,6 (76,4, 85,0)	75,7 ± 6,2 (71,0, 80,5)	79,1 ± 9,5 (71,7, 86,4)
	EIB-	80,4 ± 6,1 (77,5, 83,4)	82,3 ± 6,5 (79,2, 85,5)	79,8 ± 7,1 (76,4, 83,3)
	Tot.	80 ± 5,8 (78,2, 82,8)	80,2 ± 7,0 (77,5, 83,0)	79,6 ± 7,8 (76,6, 82,6)
SpO <sub>2</sub>	EIB+	98,4 ± 1,7 (97,1, 99,7)	96,2 ± 1,8 (94,7, 97,6)*	95,4 ± 1,8 (94,0, 96,8)*
	EIB-	98,7 ± 1,4 (98,0, 99,4)	96,3 ± 1,7 (95,5, 97,2)**	95,7 ± 1,6 (94,9, 96,5)**
	Tot.	98,6 ± 1,4 (98,0, 99,2)	96,3 ± 1,7 (95,6, 97,9)**	95,6 ± 1,6 (94,9, 96,2)**

<sup>1</sup> En deltakere færre, Tot. (n= 27), EIB+ (n=8), EIB- (n=19).

FEV<sub>1</sub>= Forsert ekspiratoris volum det første sekundet av utpust, MVV = Maksimal voluntær ventilasjon, FVC = forsert

vitalkapasitet, EIB = Anstrengelsesutløst bronkial konstriksjon, SpO<sub>2</sub> = oksygenmetning, BT = Blodtrykk, EIB+ (positiv) =  $\geq 10\%$  reduksjon av FEV<sub>1</sub> fra baseline til post-test 1, EIB- (negativ) =  $\leq 10\%$  reduksjon, ingen endring eller økning i FEV<sub>1</sub> fra baseline til post-test 1, Alle variablene er vist i absolutte verdier og % av forventet (% av pred), bortsett fra FEV<sub>1</sub>/FV. tot. = total som er vist som gjennomsnitt med std.avvik og konfidensintervaller(CI)

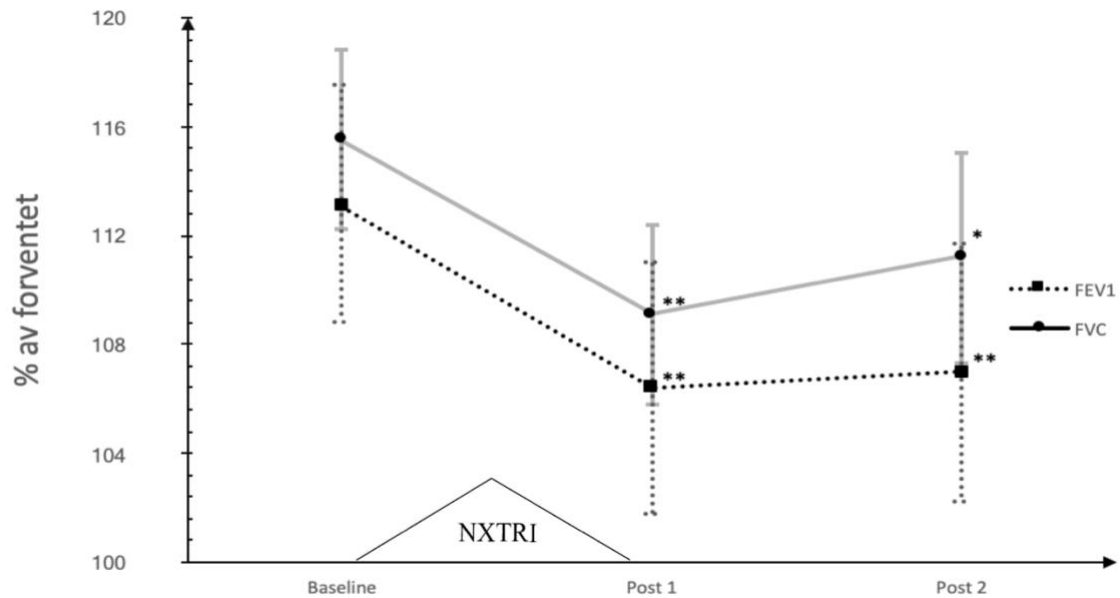
\*Signifikant forskjellig fra baseline

\*\* P  $\leq$  .001.

# = Signifikant forskjellig fra post-test 1

& = signifikant forskjell mellom EIB+/- ved samme måletidspunkt

#### 4.4 Prosent av forventet



**Figur 10** Gjennomsnittlig endring i forsert ekspiratorisk volum det første sekundet av utpusten (FEV<sub>1</sub>) og forsert vitalkapasitet (FVC), oppgitt i prosent av forventet verdi, fra baseline til post-test 1 og post-test 2 med 95% konfidensintervall. Hvor 100 er forventet, over 100% vil være bedre enn forventet lungefunksjon, og under 100 vil være lavere. \*=Signifikant endring fra baseline, \*\*  $P \leq .001$ , NXTRI = Norseman Xtreme Triathlon konkurranse

Det er signifikant reduksjon i prosent av forventet FEV<sub>1</sub> fra baseline og til post-test 1 ( $p \leq 0.001$ ) og post-test 2 ( $p \leq 0.001$ ) Deltakerne ligger i snitt over forventet i FEV<sub>1</sub> og FVC ved baseline, rett etter konkurranse (post-test 1) og dagen etter konkurranse (post-test 2).

#### 4.5 Korrelasjon mellom MVV, FEV<sub>1</sub>, Kroppssammensetning, og SpO<sub>2</sub>

Vi fant en svak negativ korrelasjon mellom konkurransetid og baselineverdier for både MVV ( $r = -0,192$ ) og FEV<sub>1</sub> ( $r = -0,159$ ). En svak positiv  $r$  ble funnet mellom konkurransetid og prosentendring mellom både MVV ( $r = 0,311$ ) og FEV<sub>1</sub> ( $r = 0,352$ ). En svak korrelasjon mellom MVV ved baseline og reduksjon i SpO<sub>2</sub> ( $r = 0,366$ ,  $p = 0,060$ ), og en svak negativ korrelasjon mellom endring i MVV og endring i SpO<sub>2</sub> ble funnet ( $r = -0,230$ ,  $p = 0,239$ ). Det ble også funnet en svak korrelasjon mellom BMI og MVV ved baseline ( $r = 0,216$ ,  $p = 0,279$ ), samt BMI og prosentendring i MVV ( $r = 0,304$ ,  $p = 0,116$ ). Svak korrelasjon



mellom BMI og prosentendring i FEV<sub>1</sub> ( $r = 0,179$ ) og FEV<sub>1</sub> ved baseline og BMI ( $r=0,154$ ).

## 5. Diskusjon

I den foreliggende oppgaven hadde deltakerne totalt en  $8,9\% \pm 9,1$  ( $p \leq 0,001$ ) reduksjon i maksimal voluntær ventilasjon (MVV) fra baseline til post-test 1. De hadde en signifikant økning i MVV fra post-test 1 til post-test 2 på  $7,9\% \pm 12,7$  ( $p \leq 0,05$ ). Den gjennomsnittlige endringen fra baseline til post-test 2 dagen etter konkurranse var på  $-2,4\% \pm 7,6$ . Det ble funnet en signifikant reduksjon ( $p \leq 0,001$ ) i FEV<sub>1</sub> fra baseline til post-test 1 ( $-5,89\%$ ) og post-test 2 ( $-5,34\%$ ). Det var også en signifikant korrelasjon ( $p \leq 0,05$ ) mellom FEV<sub>1</sub>-baseline og MVV-baseline (figur 8) og mellom prosentendring i MVV og prosentendring i FEV<sub>1</sub> (figur 9) fra baseline til post-test 1.

### 5.1 Endring i MVV

Det er få studier som tidligere har undersøkt endringer i MVV hos triatleter og utøvere på ultradistanser og dermed få studier og sammenligninger med (Neufeld et al., 2018). Dette gjør at jeg også vil se på resultater hos utøvere fra andre idretter og treningstester.

Vi fant en signifikant reduksjon ( $-8,9\%$ ) i MVV fra før til etter konkurranse, og en signifikant økning ( $7,9\%$ ) fra rett etter konkurranse til dagen etter konkurranse. Funnene til Hill et al. (1991) samsvarer ikke med våre funn når det kommer til MVV fra før til rett etter en langdistanse triatlonkonkurranse. De så på MVV hos triatleter fra før til etter en triatlonkonkurranse hvor deltakerne i studien hadde gjennomsnittlig fullførelsestid på 12t:45min, og lufttemperaturen gjennom løpet var på 20-26 grader med luftfuktighet på 54%. De fant ingen signifikant endring i MVV fra baseline til post test, og MVV ble ikke målt dagen etter løp. Våre funn samsvarer heller ikke med funn gjort av Rosser-Stanford, Backx, Lord, and Williams (2019), som så på endring i statisk og dynamisk lungevolum hos svømmere, ballspill og fritidsaktive etter en sykkeløkt til utmattelse. De fant ingen endring i MVV fra pre til post-test. Men de fant endring i FEV<sub>1</sub> og FVC. Når det er sagt hadde deltakerne beskrevet hos Rosser-Stanford et al. (2019) kort tid i aktivitet, som kan gjøre at respirasjonsmuskulaturen ikke ble sliten eller nådde fatigue, som kan utgjøre forskjellen i funn. Blaber et al. (2004) observerte signifikant reduksjon i MVV fra før til etter konkurranse hos deltakere i et 100km langdistanseløp med flat løypeprofil. Dette samsvarer med våre funn på triatleter i Norseman, hvor våre funn viser at deltakerne hadde en signifikant reduksjon fra før til etter løpet. Blaber. et al. (2004) fant også en signifikant korrelasjon mellom MVV og konkurransetid, men vi fant en svak negativ

korrelasjon mellom  $MVV_{baseline}$  og konkurransetid ( $r = -0,192$ ), og prosentendring i  $MVV$  fra baseline til posttest 1 og konkurransetid ( $r = 0,311$ ). Protokollen til Blaber et al. (2004) gikk ut på en 30 sekunders  $MVV$ -test, mens vår var på 10 sekunder. De fant ingen signifikant endring de første 10 sekundene, men de fant en signifikant endring ved de siste 20 sekundene av testen.

Gjennomsnittlig ligger de mannlige triatletene i studien over det som er vanlig for menn ( $140-180 L \cdot \text{min}^{-1}$ ), med gjennomsnitt på  $185 L \cdot \text{min}^{-1}$  (McArdle et al., 2016). Dette samsvarer med hva Hill et al. (1991) fant hos langdistansetriatleter med  $183 \pm 7 L \cdot \text{min}^{-1}$ . Deltakerne i vårt utvalg fra Norseman ligger også over de fleste idrettene som Mazic et al. (2015) så på, men unntak av vannpolo ( $200 \pm 34 L \cdot \text{min}^{-1}$ ) og roing ( $205 \pm 43 L \cdot \text{min}^{-1}$ ) som hadde signifikant høyere verdier enn utøvere fra andre idretter. Og heller ikke høyere enn det amerikanske langrennslandslaget ( $192 L \cdot \text{min}^{-1}$ ) (McArdle et al., 2016). De ligger og over verdiene til både svømmere ( $170 \pm 24 L \cdot \text{min}^{-1}$ ), ballsport ( $173 \pm 33 L \cdot \text{min}^{-1}$ ) og rekreasjonsgruppen ( $164 \pm 31 L \cdot \text{min}^{-1}$ ) som Rosser-Stanford et al. (2019) så på.

### **5.1.1 Normalisering dagen etter konkurranse**

Dagen etter konkurranse var den gjennomsnittlige reduksjon i  $MVV$  fra baseline på  $-2,4\%$ , og ikke signifikant forskjellig fra baseline. Som vil si at etter en natt hadde funksjonen nesten gått tilbake til baselineverdier. Det er kan være flere grunner til at  $MVV$  normaliserer seg til dagen etter konkurranse. Ved måling av  $MVV$  er både innsats, teknikk og lungenes tilstand relevant for resultatet av testen. Deltakerne i studien hadde både stått opp tidlig for å starte triatlonet, og brukte i snitt  $14,5 \pm 1,8$  timer på gjennomføring av konkurransen. Det er svært lang tid å være i aktivitet, som gjør at man kan tenke at de både er for umotiverte og utmattede i respirasjonsmuskulaturen for å gjennomføre testen med samme innsats som før konkurransen. I følge Sharma and Périard (2020) ligger triatleter i langdistanse triatlon på rundt  $92\%$  av  $HF_{max}$  ved svømmedelen i et triatlon, og på rundt  $80-83\%$  av  $HF_{max}$  ved sykkletappen. Det gjør at triatletene har relativt høy ventilasjon gjennom hele konkurransen, som gjør at muskulaturen rundt luftveiene kan bli slitne, men muligens restituerer seg til dagen etter.

## 5.2 *Endring i FEV<sub>1</sub>*

Det var en signifikant gjennomsnittlig reduksjon i FEV<sub>1</sub> fra baseline til post-test 1, på  $-5,9\% \pm 7,8$  ( $p \leq 0,001$ ). Fra baseline til post-test 2 var det en fortsatt signifikant reduksjon på  $-5,3\% \pm 7,3$  ( $p \leq 0,001$ ). Det vil si at lungefunksjonen ikke var tilbake til baselineverdier dagen etter konkurransen. Ni av 28 (32%) av triatletene hadde over 10% reduksjon i FEV<sub>1</sub>, definert som EIB. Bare 2 av 28 hadde over over 10% reduksjon i FEV<sub>1</sub> dagen etter konkurranse.

I 2016 og 2017 fant Stensrud et al. (2020) at alle deltakerne hadde en akutt reduksjon i både FEV<sub>1</sub> og FVC etter Norseman, og gjennomsnittlig reduksjon var på 11,7%. Reduksjonen de fant er over dobbelt så stor som reduksjonen vi fant i 2019 (5,9%). Hill et al. (1991) gjorde lignende funn på triatleter, selv om utvalget var lite (n=12). De hadde signifikant reduksjon i FEV<sub>1</sub> (-8,4%), og fortsatt signifikant reduksjon dagen etter løp. Dette samsvarer med våre funn av signifikant redusert FEV<sub>1</sub> og FVC, både rett etter- og dagen etter konkurranse. Hill et al. (1991), i likhet med oss fant ikke signifikant endring i FEV<sub>1</sub>/FVC-ratio.

En faktor for hvorfor vi observerte en lavere gjennomsnittlig reduksjon ved triatletene som deltok i vår studie er værforholdene. Tidligere studier har vist at lungefunksjon blir påvirket av temperatur, og luftfuktighet (Mohammadizadeh et al., 2013; Stensrud et al., 2006). Ved Norseman 2019 var det varmt vær (12-25°C), mens det i 2016 var 3-11°C med luftfuktighet på 88% og 4-14°C med luftfuktighet på 93% grader i 2017. I konkurransen Hill et al. (1991) så var det mellom 20°C -26°C, og luftfuktighet på 54%.

## 5.3 *Anstrengelsesutløst bronkial konstriksjon*

Hos deltakerne hadde 9 (32%) stykker over  $\geq 10\%$  reduksjon (EIB) i FEV<sub>1</sub> fra baseline til post-test 1, og 2 (7%) hadde  $\geq 10\%$  reduksjon ved post-test 2. Dette er en lavere forekomst enn hva de har funnet tidligere hos deltakere i Norseman Xtreme Triatlon.

Stensrud et al. (2020) fant at EIB hos 46% av deltakerne i Norseman 2016 og 2017 etter løpet, og hos 28% av deltakerne dagen etter konkurranse. Dette er mye høyere tall enn hva vi fant for deltakere i 2019, men henholdsvis 32% med EIB ved post-test 1, 7% ved

post-test 2. En vesentlig forskjell fra vår protokoll til Stensrud et al. (2020) er at deltakerne ble testet 5-10 minutter etter målgang, versus hos oss hvor de ble testet 5 min – 2 timer etter målgang. Dette kan gi utslaget i hvorfor de hadde så mye høyere prosentandel med EIB, da EIB kommer etter 5-15 minutter etter aktiviteten er gjort, og varer rundt 30-90 minutter (MacCallum & Comeau, 2016; McArdle et al., 2016; O'donovan et al., 2020). Knöpfli et al. (2007) gjorde lignende funn hos triatleter på det sveitsiske landslaget, hvor 43% viste tegn til EIB etter en 8 minutters treningstest. Dette var utøvere som bare noen år tidligere ikke hadde hatt utslag på EIB. Studien til Knöpfli et al. (2007) hadde der i mot svært få forsøkspersoner (n=7), i tillegg til at aktivitetsperioden bare var 8 minutter er det vanskelig å sammenligne. Når det er sagt viser det at EIB kan komme raskt under aktivitet, selv kortvarig. Funnene til Rosser-Stanford et al. (2019), som så på endring i statisk og dynamisk lungevolum hos svømmere, ballspott og fritidsaktive etter en sykkeløkt til utmattelse samsvarer bare delvis med våre funn. De fant endring i FEV<sub>1</sub> og FVC, og at svømmere utnyttet deres lungevolumer annerledes ved å ha dypere pust. Stensrud et al (2020) hadde også et høyere antall kvinner med i studien, som gjorde at det var mulig å sammenligne både kvinner og menn. Med vårt utvalg av kvinner (n=3) blir det for lite deltakere, selv om vi på de deltakerne vi har ser at kvinner ligger mye lavere enn menn i absoluttverdier, i tillegg til at de tre som er med ikke opplever en gjennomsnittlig økning til dagen etter (vedlegg 1). Selv om kvinnene som deltok i studien ha mye lavere verdier enn menn, er de fortsatt innenfor normalverdier i både absoluttverdier og prosent av forventet (McArdle et al., 2016).

Deltakere som hadde reduksjon over 10% fra baseline til post-test 1 (EIB+, n=9) hadde flere signifikante endringer i lungefunksjon fra baseline til post-test 1, enn de som ikke hadde en slik reduksjon (EIB-). For EIB+gruppen var det signifikant endring i MVV, FEV<sub>1</sub>, FVC, FEF<sub>50</sub>, og SpO<sub>2</sub>, mot MVV, FVC og SpO<sub>2</sub> for de i EIB- (tabell 3). Deltakere i EIB+ gruppen hadde også flest signifikante endringer fra baseline til post-test 2 i forhold til EIB-, med MVV, FEV<sub>1</sub>, og SpO<sub>2</sub>, mot EIB- som bare hadde signifikant endring i FEV<sub>1</sub> fra baseline til post-test 2. Ved sammenligning av resultater hos Stensrud et al. (2020) ser det ut for at EIB+/EIB- hadde mindre å si da deres studie ble gjennomført i 2016 og 2017, enn hva det gjorde for oss i 2019. Med unntak av FEF<sub>50</sub> var alle signifikante forskjeller hos de med EIB+ også signifikant forskjellig hos EIB-. I tillegg fant Stensrud

et al. (2020) signifikant forskjell i FEV<sub>1</sub>/FVC-ratio hos EIB+gruppen og på totalnivå, mens vi ikke hadde noen signifikante endringer i ratio for verken EIB+/- eller totalt.

Det var signifikant ( $p \leq 0.001$ ) endring i SpO<sub>2</sub> fra baseline ( $98,6 \pm 1,4$ ), til post-test 1 ( $96,3 \pm 1,7$ ) og post-test 2 ( $95,6 \pm 1,6$ ). Det var og signifikant endring fra baseline til post-test 1 og 2 både i EIB+ ( $\leq 0,05$ ) og EIB- ( $p \leq .001$ ) gruppen. Vi fant en total signifikant ( $p \leq .001$ ) reduksjon på 2,33% i SpO<sub>2</sub> fra baseline til post-test 1, og 3,04% signifikant reduksjon fra baseline til post-test 2. Endringen fra post-test 1 til post-test 2 var på -0,73%, som vil si at oksygenmetningen var nærmest uendret til dagen etter konkurransen. Dette samsvarer ikke helt med hva Stensrud et al. (2020) fant på Norseman triatletene noen år i forveien, da de fant en henholdsvis en større reduksjon (-4,57%) fra baseline til post-test 1, og en 2,4% reduksjon fra baseline til post-test 2. Som vil si at de så en økning fra post-test 1 til post-test 2, hvor vi så en ytterligere reduksjon. Vi fant at 21% hadde EIAH, definert som en 4% reduksjon i SpO<sub>2</sub>, mens Stensrud et al. (2020) fant også at 65% viste antydning til mild og moderat EIAH.

#### **5.4 Fortsatt reduksjon i FEV<sub>1</sub> dagen etter konkurranse**

Deltakerne hadde gjennomsnittlig reduksjon på 5,89% fra baseline til post-test 1, og en gjennomsnittlig reduksjon på 5,34% fra baseline til post-test 2. Det vil si at det er en 0,6% forskjeller post-test 1 rett etter konkurranse til post-test 2 dagen etter konkurranse. Det er en svært liten endring, om ikke en ubetydelig endring fra før konkurranse til etter konkurranse. Og i likhet med Stensrud et al. (2020) ser vi at lungefunksjonen fortsatt er redusert dagen etter konkurranse.

Hos Stensrud et al. (2020) så de en økning i lungefunksjon fra fra -11,77% rett etter løpet, til en -7,54% reduksjon dagen etter konkurransen. En av grunnene til dette kan være at de fikk målt deltakerne rett etter løpet og fikk den akutte effekten, da FEV<sub>1</sub> vanligvis returnerer til normalen etter 20-90 minutter, mens vi hos noen kanskje plukket opp sens-respons EIB (MacCallum & Comeau, 2016; Parsons et al., 2013). Hill et al. (1991) som så på 12 deltakere i Cape Cod Endurance Triathlon viste også lignende funn ved fra en reduksjon på -8,4% rett etter løpet til -5,3% dagen etter løpet. Deres protokoll samsvarte med protokollen til Stensrud et al. (2020) hvor triatletene ble testet innenfor 10 minutter etter avsluttet triatlonkonkurranse, og dagen etter.

## 5.5 *Korrelasjon mellom endring i MVV og FEV<sub>1</sub>*

Vi fant en middels korrelasjon ( $r = 0,55$ ,  $p = 0,002$ ) mellom endring MVV fra baseline til post-test 1 og endring i FEV<sub>1</sub> fra baseline til post-test 1. Det var en sterkere korrelasjon mellom FEV<sub>1</sub> ved baseline og MVV ved baseline ( $r = 0,748$ ). Det at endring i FEV<sub>1</sub> og endring i MVV har en middels korrelasjon tilsier at de har en visst sammenheng. Dette gjør at noe av reduksjonen i FEV<sub>1</sub> muligens kan forklares av hvor slitne man blir i pustemusklene. Når det er sagt normaliserer MVV seg til dagen etter, mens FEV<sub>1</sub> fortsetter å være redusert. Dette tilsier at det også er andre faktorer for reduksjonen i FEV<sub>1</sub>, selv om MVV kan være med på å forklare reduksjonen. Grunnen til dette er nok at rett etter konkurranse er man svært slitne i hele kroppen, også i respirasjonsmuskulaturen. Dermed kan muligens redusert MVV knyttes til fatigue. Mens det at FEV<sub>1</sub> ikke normaliserer seg til dagen etter går på faktorer som slitasje etter høy ventilasjon over en lengre periode.

Det kan også tenkes at man ved bedre styrke i respirasjonsmusklene, kan redusere hvor utmattet respirasjonsmusklene blir under hard og langvarig konkurranse. Hartz et al. (2018) gjorde et studie på effekten av respirasjonmuskeltrening (RMT) hos håndballspillere. Respirasjonsmuskelstyrke ble målt ved maximum inspiratorisk og ekspiratorisk trykk (MIP og MEP), og muskulær respiratorisk motstand ved MVV. Studien viste en signifikant økning i både MVV, MIP og MEP, og konkluderte med at trening av inspirasjonsmusklene kan bli brukt som en strategi for å minimere respiratorisk utmattelse hos utøvere, økning av tid på trening og alt i alt en forbedring i prestasjon. Ozmen, Gunes, Ucar, Dogan, and Gafuroglu (2017) så på effekten av fem ukers RMT på lungefunksjon og prestasjon hos fotballspillere og en kontrollgruppe. Hvor man fant en signifikant økning i MVV (156,23-187,68), FEV<sub>1</sub>, FVC, MIP, MEP, og estimert maksimalt oksygenopptak (VO<sub>2</sub>-maks) mellom pre- og post test hos begge gruppene. Mellom gruppene var det bare signifikant forskjell i MIP.

## **5.6 Korrelasjon mellom MVV, FEV<sub>1</sub> og Kroppssammensetning**

Det ble funnet svak korrelasjon ( $r=0,216$ ,  $p=0,279$ ) mellom MVV ved baseline og BMI, og en svak korrelasjon mellom endring (%) i MVV fra baseline til post-test 1 med BMI ( $r=0,304$ ,  $p=0,116$ ). Det ble og funnet en svak korrelasjon ( $r=0,154$ ) mellom FEV<sub>1</sub> ved baseline og BMI. Durmic et al. (2017) så på korrelasjoner mellom lungefunksjon, antropometri og demografiske parametere for basketballspillere, håndballspillere, fotballspillere og vannpolospillere og fant positiv korrelasjon mellom MVV og BMI på  $r=0,46$  ( $p < 0,001$ ) for alle gruppene samlet. Hos vannpolospillerne var MVV signifikant ( $p < 0,05$ ) korrelert med både vekt ( $r=0,503$ ) og BMI ( $r=0,424$ ). Dette er høyere sammenhenger enn vi fant, men det er og naturlig at de har en sammenheng, da lungefunksjonsvariabler tar høyde for størrelsen på individet.

## **5.7 Metodediskusjon**

### **5.7.1 Deltakere og inklusjon**

En styrke med studien er at lignende tester, bortsett fra MVV, har blitt gjort på deltakere på Norseman tidligere, slik at resultatene kan sammenlignes. Standardiserte retningslinjer ble fulgt, og mange av testpersonellet er det samme som tidligere år. Det som derimot var annerledes ved testing i år, i motsetning til tidligere år var at de 19 som kom i mål på Gaustatoppen kunne risikere å ikke bli testet for en del timer etter løpet, da deltakerne måtte komme seg ned fra fjellet og til testing ved Gaustablikk. For deltagelse i studien var det ingen spesielle inklusjonskriterier, og alle deltakere som hadde fått plass i Norseman 2019 fikk mail om å delta i studien. I tillegg til dette var det også VM på samme distanse. Deltakerne som fikk tilbud om å delta kunne være fra alle land representert i Norseman. Dette gjør at studien både inkluderer eliteutøvere fra VM, og mosjonister. Populasjonen i studien er derfor meget stor, og aldersspennet var fra 27-55 år. Det er også en utvalgsskjevhet når det kommer til forholdet mellom kvinner og menn, da vi ved baseline bare hadde 4 kvinner, og 32 menn, og ved målgang var det bare tre kvinner som hadde fullført løpet og kom til post-test 1 og 2. Dette kan og bidra til å svekke generaliserbarheten. Deltakerandelen av kvinner i Norseman ved starten av løpet på 15,71%, og vår andel av kvinner i studien med komplette datasett var på 10,7%, så populasjonen i studien er lavere enn deltakere i Norseman prosentvis. I tillegg til at 92 % av deltakerne i studien var av europeisk opprinnelse, og 53% av disse var norske. I ekstra figur, i vedlegg 1 ser vi tydeligere forskjeller mellom menn og kvinner, som gjør



at snittet blir dratt noe ned av de kvinnene som faktisk er med, men dette er i absoluttverdier, i prosent av forventet ligger de nærme 100%. For måling av kroppssammensetning med Inbody 720 ble alle deltakerne bedt om å ta av seg alt av klokker, ringer, smykker, jakker og caps. Da alle ble målt på forskjellig tid på døgnet, og at det er konkurranse dagen etter, er det uvisst hvor mye som er spist og drukket før måling.

Det kan ikke utelukkes at deltakere som deltok i studien var de som var ekstra interessert eller hadde personlige interesser for å delta i denne studien. Gruppen var homogen i forhold til idrett, men med 40 års spenn på alder (25-55år) og variert treningsbakgrunn fra eliteutøvere som deltok i VM til mosjonister.

### **5.7.2 Lungefunksjonstesting**

Inter-rater reliabilitet er noe å tenke på ved testing, og spesielt når man er ute i felt og forskjellige testledere tester ved baseline og post-test 1 og 2 (Benestad & Laake, 2008). Hovedsakelig hadde vi våre stasjoner, men alle kunne gjøre alle testene, men det er forskjell i erfaring med lungefunksjonstesting fra tidligere. Vi var totalt tre personer som instruerte deltakerne i lungefunksjonstesting, og kan det tenkes at vi gir noe forskjellige instruksjoner og oppmuntring underveis. Utstyret som ble brukt på spirometri i år, er ikke det samme som ble brukt tidligere år, som gjør at resultatene kan variere noe. I tillegg til dette er spirometri og lungefunksjonstester veldig innsatsavhengig, og gjør at deltakeren både må forstå testen, og gi full innsats. Videre er det lite konsensus på gjennomføring og mangel på standardisering av testing på MVV, når man skal sammenligne det med andre studier (Neufeld et al., 2018). Etter en langvarig konkurranse er deltakerne svært slitne, og kan mangle både motivasjon og lyst til å gjennomføre en slik test. I tillegg til at de kan være så slitne at det er vanskelig å faktisk gjennomføre testen.

Da post-test 1 ikke kunne gjennomføres på Gaustatoppen, og måtte være på Gaustablikk, gjør det at triatleter som fullførte og nådde toppen, brukte lengre tid før de kom og ble testet, versus de som gikk i mål på Gaustablikk og kom rett inn til oss for testing. Dermed ble vinduet for når de ble testet fra 5 minutter til 2 timer etter konkurranseslutt. Dette kan være svært uheldig, da det kan være noen med EIB vi ikke har plukket opp med tanke på

at symptomene gjerne kommer mellom 5-15 minutter etter aktiviteten, og varer 30-90 minutter (MacCallum & Comeau, 2016; McArdle et al., 2016; O'donovan et al., 2020).

## **6. Konklusjon**

En langdistanse-triatlonkonkurranse kan redusere maksimal viljestyrt ventilasjon (MVV) etter målgang, men utøverne ser ut til å gjenopprette funksjon til dagen etter. Endring i MVV er korrelert med endring i FEV<sub>1</sub> og kan være en faktor som påvirker lungefunksjon etter utholdenhetsprestasjon.

## Referanser

- Aggarwal, B., Mulgirigama, A., & Berend, N. (2018). Exercise-induced bronchoconstriction: prevalence, pathophysiology, patient impact, diagnosis and management. *NPJ Prim Care Respir Med*, 28(1), 31. doi:10.1038/s41533-018-0098-2
- Armour, J., Donnelly, P. M., & Bye, P. T. (1993). The large lungs of elite swimmers: an increased alveolar number? *Eur Respir J*, 6(2), 237-247.
- Benestad, H. B., & Laake, P. (2008). Forskning: metode og planlegging. In P. Laake, B. R. Olsen, & H. B. Benestad (Eds.), *Forskning i medisin og biofag* (2. utg. ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Berntsen, S., Stølevik, S. B., Mowinckel, P., Nystad, W., & Stensrud, T. (2016). Lung Function Monitoring; A Randomized Agreement Study. *The open respiratory medicine journal*, 10, 51-57. doi:10.2174/1874306401610010051
- Bilo, G., Sala, O., Perego, C., Faini, A., Gao, L., Głuszczyńska, A., . . . Parati, G. (2017). Impact of cuff positioning on blood pressure measurement accuracy: May a specially designed cuff make a difference? *Hypertension Research*, 40. doi:10.1038/hr.2016.184
- Blaber, A. P., Walsh, M. L., Carter, J. B., Seedhouse, E. L. O., & Walker, V. E. (2004). Cardiopulmonary physiology and responses of ultramarathon athletes to prolonged exercise. *Canadian journal of applied physiology = Revue canadienne de physiologie appliquee*, 29(5), 544-563. doi:10.1139/h04-035
- Bonini, M., Braido, F., Baiardini, I., Del Giacco, S., Gramiccioni, C., Manara, M., . . . Bonni, S. (2009). AQUA©: Allergy Questionnaire for Athletes. Development and Validation: Development and Validation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(5), 1034-1041. doi:10.1249/MSS.0b013e318193c663
- Bonini, M., & Palange, P. (2015). Exercise-induced bronchoconstriction: new evidence in pathogenesis, diagnosis and treatment. *Asthma research and practice*, 1, 2-2. doi:10.1186/s40733-015-0004-4

- Bougault, V., Turmel, J., St-Laurent, J., Bertrand, M., & Boulet, L. P. (2009). Asthma, airway inflammation and epithelial damage in swimmers and cold-air athletes. *European Respiratory Journal*, *33*(4), 740. doi:10.1183/09031936.00117708
- Burns, J., Mason, C., Mueller, N., Ohlander, J., Zock, J.-P., Drobic, F., . . . Radon, K. (2015). Asthma prevalence in Olympic summer athletes and the general population: An analysis of three European countries. *Respiratory Medicine*, *109*(7), 813-820. doi:10.1016/j.rmed.2015.05.002
- Carlsen, K. H., Anderson, S. D., Bjermer, L., Bonini, S., Brusasco, V., Canonica, W., . . . Van Cauwenberge, P. (2008). Exercise-induced asthma, respiratory and allergic disorders in elite athletes: epidemiology, mechanisms and diagnosis: Part I of the report from the Joint Task Force of the European Respiratory Society (ERS) and the European Academy of Allergy and Clinical Immunology (EAACI) in cooperation with GA2LEN. *Allergy*, *63*(4), 387-403. doi:10.1111/j.1398-9995.2008.01662.x
- Carlsen, K. H., Hem, E., & Stensrud, T. (2011). Asthma in adolescent athletes. *Br J Sports Med*, *45*(16), 1266-1271. doi:10.1136/bjsports-2011-090591
- Chan, E. D., Chan, M. M., & Chan, M. M. (2013). Pulse oximetry: understanding its basic principles facilitates appreciation of its limitations. *Respir Med*, *107*(6), 789-799. doi:10.1016/j.rmed.2013.02.004
- Couto, M., Stang, J., Horta, L., Stensrud, T., Severo, M., Mowinckel, P., . . . Carlsen, K.-H. (2015). Two distinct phenotypes of asthma in elite athletes identified by latent class analysis. *The Journal of asthma : official journal of the Association for the Care of Asthma*, *52*, 1-8. doi:10.3109/02770903.2015.1067321
- Dahl, H. A. (2005). *Klar - ferdig - gå! : grunnbok i aktivitetsfysiologi*. Oslo: Cappelen akademisk forl.
- Dakin, J., Mottershaw, M., & Kourteli, E. (2017). *Makin sense of lung function test*. Florida, USA: Taylor & Francis group.

- Del Giacco, S. R., Firinu, D., Bjermer, L., & Carlsen, K.-H. (2015). Exercise and asthma: an overview. *European clinical respiratory journal*, 2, 27984. doi:10.3402/ecrj.v2.27984. (Accession No. 26672959)
- DeMeulenaere, S. (2007). Pulse Oximetry: Uses and Limitations. *The Journal for Nurse Practitioners*, 3(5), 312-317. doi:10.1016/j.nurpra.2007.02.021
- Doherty, M., & Dimitriou, L. (1997). Comparison of lung volume in Greek swimmers, land based athletes, and sedentary controls using allometric scaling. *Br J Sports Med*, 31(4), 337-341. doi:10.1136/bjism.31.4.337
- Durmic, T., Lazovic, B., Djelic, M., Lazic, J. S., Zikic, D., Zugic, V., . . . Mazic, S. (2015). Sport-specific influences on respiratory patterns in elite athletes. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 41, 516-522. Retrieved from [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-37132015000600516&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132015000600516&nrm=iso)
- Durmic, T., Lazovic Popovic, B., Zlatkovic Svenda, M., Djelic, M., Zugic, V., Gavrilovic, T., . . . Leischik, R. (2017). The training type influence on male elite athletes' ventilatory function. *BMJ open sport & exercise medicine*, 3(1), e000240-e000240. doi:10.1136/bmjsem-2017-000240
- Fitch, K. (2016). The World Anti-Doping Code: can you have asthma and still be an elite athlete? *Breathe (Sheffield, England)*, 12(2), 148-158. doi:10.1183/20734735.004116
- Fitch, K. D. (2012). An overview of asthma and airway hyper-responsiveness in Olympic athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 46(6), 413. doi:10.1136/bjsports-2011-090814
- Global Initiative for Astma. (2020). Global Strategy for Asthma Management and Prevention (2020 update). Retrieved from [www.ginasthma.org](http://www.ginasthma.org)
- Hartz, C. S., Sindorf, M. A. G., Lopes, C. R., Batista, J., & Moreno, M. A. (2018). Effect of Inspiratory Muscle Training on Performance of Handball Athletes. *J Hum Kinet*, 63, 43-51. doi:10.2478/hukin-2018-0005

- Hauge, A. (2018). Respirasjonsregulering. Retrieved from <https://sml.snl.no/respirasjonsregulering>
- Hill, N. S., Jacoby, C., & Farber, H. W. (1991). Effect of an endurance triathlon on pulmonary function. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 23(11). Retrieved from [https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/1991/11000/Effect\\_of\\_an\\_endurance\\_triathlon\\_on\\_pulmonary.10.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/1991/11000/Effect_of_an_endurance_triathlon_on_pulmonary.10.aspx)
- Holck, P. (2020). Epitel. In. Store Norske leksikon: Store Norske leksikon.
- Hough, A. (2001). *Physiotherapy in respiratory care : a problem-solving approach* (Vol. Third). London: Chapman & Hall.
- Housh, T. J., Housh, D. J., & DeVries, H. A. (2017). *Applied exercise and sport physiology, with labs* (4th ed. ed.). Abingdon: Routledge.
- Hyatt, R. E., Scanlon, P. D., & Nakamura, M. (2009). *Interpretation of pulmonary function tests : a practical guide*(3rd ed. ed.).
- Inbody. (2004). InBody 720 - The precision body composition analyzer, User's manual. In: Biospace.
- Jones, A. W., & Davison, G. (2019). Chapter 15 - Exercise, Immunity, and Illness. In J. A. Zoladz (Ed.), *Muscle and Exercise Physiology* (pp. 317-344): Academic Press.
- Kenney, W. L., Costill, D. L., & Wilmore, J. H. (2015). *Physiology of sport and exercise* (6th ed. ed.). Champaign, Ill: Human Kinetics.
- Knechtle, B., Nikolaidis, P. T., Stiefel, M., Rosemann, T., & Rüst, C. A. (2016). Performance and sex differences in 'Isklar Norseman Xtreme Triathlon'. *Chin J Physiol*, 59(5), 276-283. doi:10.4077/cjp.2016.Bae420
- Knöpfli, B. H., Luke-Zeitoun, M., von Duvillard, S. P., Burki, A., Bachlechner, C., & Keller, H. (2007). High incidence of exercise-induced bronchoconstriction in triathletes of the Swiss national team. *British Journal of Sports Medicine*, 41(8), 486-491. doi:10.1136/bjism.2006.030569

- Lazovic, B., Mazic, S., Suzic-Lazic, J., Djelic, M., Djordjevic-Saranovic, S., Durmic, T., . . . Zugic, V. (2015). Respiratory adaptations in different types of sport. *European review for medical and pharmacological sciences*, *19*(12), 2269-2274. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/MED/26166653>
- Lepers, R. (2019). Sex Difference in Triathlon Performance. *Front Physiol*, *10*, 973. doi:10.3389/fphys.2019.00973
- Lepers, R. (2020). The Master Triathlete. In S. Migliorini (Ed.), *Triathlon Medicine*. Lausanne, Switzerland: Springer.
- Lepers, R., Sultana, F., Bernard, T., Hausswirth, C., & Brisswalter, J. (2010). Age-Related Changes in Triathlon Performances. *International journal of sports medicine*, *31*, 251-256. doi:10.1055/s-0029-1243647
- Lund, T., Pedersen, L., Larsson, B., & Backer, V. (2009). Prevalence of asthma-like symptoms, asthma and its treatment in elite athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *19*(2), 174-178. doi:10.1111/j.1600-0838.2007.00753.x
- MacCallum, D. S., & Comeau, D. (2016). Exercise-Induced Bronchoconstriction. *Curr Sports Med Rep*, *15*(3), 128-129. doi:10.1249/jsr.0000000000000253
- Mazic, S., Lazovic, B., Djelic, M., Suzic-Lazic, J., Djordjevic-Saranovic, S., Durmic, T., . . . Zugic, V. (2015). Respiratory parameters in elite athletes – does sport have an influence? *Revista Portuguesa de Pneumologia (English Edition)*, *21*(4), 192-197. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rppnen.2014.12.003>
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2016). *Essentials of exercise physiology* (Fifth edition. ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer.
- McConnell, A. (2006). 8. Lung and respiratory muscle function. In *Sport and exercise physiology testing guidelines: the British Association of Sport and Exercise Sciences guide*. London: London : Routledge.
- Melau, J. (2019a). Is the norseman weather bad? Retrieved from <https://www.melau.no/2019/11/05/is-the-norseman-weather-bad/>



- Melau, J., Bonnevie-Svendsen, M., Mathiassen, M., Mykland Hilde, J., Oma, L., & Hisdal, J. (2019b). Late-Presenting Swimming-Induced Pulmonary Edema: A Case Report Series from the Norseman Xtreme Triathlon. *Sports (Basel)*, 7(6). doi:10.3390/sports7060137
- Melau, J., Mathiassen, M., Stensrud, T., Tipton, M., & Hisdal, J. (2019c). Core Temperature in Triathletes during Swimming with Wetsuit in 10 °C Cold Water. *Sports (Basel)*, 7(6). doi:10.3390/sports7060130
- Miller, M. R., Hankinson, J., Brusasco, V., Burgos, F., Casaburi, R., Coates, A., . . . Wanger, J. (2005). Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*, 26(2), 319-338. doi:10.1183/09031936.05.00034805
- Mohammadzadeh, M. A., Ghanbarzadeh, M., Habibi, A., Shakeryan, S., & Nikbakht, M. (2013). The Effect of High Intensity Interval Exercise in High / Low Temperatures on Exercise-Induced Bronchoconstriction (EIB) in Trained Adolescent Males. *Tanaffos*, 12(3), 29-43. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25191471>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4153253/>
- Mountjoy, M., Thomas, A., & Levesque, J. (2020). The Female Triathlete. In S. Migliorini (Ed.), *Triathlon Medicine*.
- Myriantsefs, P., Grammatopoulou, I., Katsoulas, T., & Baltopoulos, G. (2014). Spirometry may underestimate airway obstruction in professional Greek athletes. *The Clinical Respiratory Journal*, 8(2), 240-247. doi:10.1111/crj.12066
- Neufeld, E. V., Dolezal, B. A., Speier, W., & Cooper, C. B. (2018). Effect of altering breathing frequency on maximum voluntary ventilation in healthy adults. *BMC pulmonary medicine*, 18(1), 89-89. doi:10.1186/s12890-018-0650-4
- Nikolić, N. (2020). The Travelling Athlete. In S. Migliorini (Ed.), *Triathlon Medicine*.
- Norges Astma og Allergiforbund. (2016). Spirometri. Retrieved from <https://www.naaf.no/subsites/pust-ut/spirometri/>

- Norges Triatlonforbund. (2020). Distanser. Retrieved from <https://www.triatlonforbundet.no/hva-er-triatlon/distanser/>
- Norseman. (2019). Legacy of the Norseman. Retrieved from <https://nxtri.com/stories/the-legacy-of-the-norseman/>
- Norsk helseinformatikk. (2020). Spirometri. Retrieved from <https://nhi.no/sykdommer/lunger/undersokelser/spirometri/>
- O'donovan, J., Koehle, M., & McKenzie, D. (2020). Airway Dysfunction in Elite Athletes. In S. Migliorini (Ed.), *Triathlon Medicine* (pp. 5-17). Lausanne, Switzerland: Springer.
- Ozmen, T., Gunes, G. Y., Ucar, I., Dogan, H., & Gafuroglu, T. U. (2017). Effect of respiratory muscle training on pulmonary function and aerobic endurance in soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 57(5), 507-513. doi:10.23736/s0022-4707.16.06283-6
- Parsons, J. P., Hallstrand, T. S., Mastrorarde, J. G., Kaminsky, D. A., Rundell, K. W., Hull, J. H., . . . Anderson, S. D. (2013). An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline: Exercise-induced Bronchoconstriction. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 187(9), 1016-1027. doi:10.1164/rccm.201303-0437ST
- Piacentini, M. F., Vleck, V., & Lepers, R. (2019). Effect of age on the sex difference in Ironman triathlon performance. *Movement & Sport Sciences - Science & Motricité*. doi:10.1051/sm/2019030
- Pocock, G. (2018). *Human physiology* (5th ed. ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Prefaut, C., Durand, F., Mucci, P., & Caillaud, C. (2000). Exercise-Induced Arterial Hypoxaemia in Athletes. *Sports Medicine*, 30(1), 47-61. doi:10.2165/00007256-200030010-00005
- Quanjer, P. H., Stanojevic, S., Cole, T. J., Baur, X., Hall, G. L., Culver, B. H., . . . Stocks, J. (2012). Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range:

the global lung function 2012 equations. *Eur Respir J*, 40(6), 1324-1343.  
doi:10.1183/09031936.00080312

Quanjer, P. H., Tammeling, G. J., Cotes, J. E., Pedersen, O. F., Peslin, R., & Yernault, J. C. (1993). Lung volumes and forced ventilatory flows. Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. *Eur Respir J Suppl*, 16, 5-40.

Rosser-Stanford, B., Backx, K., Lord, R., & Williams, E. M. (2019). Static and Dynamic Lung Volumes in Swimmers and Their Ventilatory Response to Maximal Exercise. *Lung*, 197(1), 15-19. doi:10.1007/s00408-018-0175-x

Sand, O., Sjaastad, Ø. V., Haug, E., & Toverud, K. C. (2014). *Menneskets fysiologi* (2. utg. ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.

Shah, P. B. (2011). Intention-to-treat and per-protocol analysis. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*, 183(6), 696-696. doi:10.1503/cmaj.111-2033

Shah, P. L., Herth, F. J., Lee, Y. G., & Criner, G. J. (2019). *Essentials of Clinical Pulmonology*: Taylor & Francis group.

Sharma, A., & Périard, J. (2020). Physiological Requirements of the Different Distances of Triathlon. In S. Migliorini (Ed.), *Triathlon Medicine* (pp. 5-17). Lausanne, Switzerland: Springer.

Skjøsberg, O. H. (2018). Bronkospasme. Retrieved from <https://sml.snl.no/bronkospasme>

Stang, J., Sikkeland, L. I. B., Tufvesson, E., Holm, A. M., Stensrud, T., & Carlsen, K.-H. (2018). The Role of Airway Inflammation and Bronchial Hyperresponsiveness in Athlete's Asthma. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(4), 659-666. doi:10.1249/mss.0000000000001478

Stensrud, T. (2012). Diagnostisering av astma hos idrettsutøvere. Retrieved from <https://www.naaf.no/globalassets/x-gamle-bilder/documents/1.-allergi-i->

praksis/2-

2012/aip\_2\_2012\_diagnostisering\_av\_astma\_hos\_idrettsutovere\_stensrud\_t.pdf.

Stensrud, T., Berntsen, S., & Carlsen, K. H. (2006). Humidity influences exercise capacity in subjects with exercise-induced bronchoconstriction (EIB). *Respiratory Medicine*, *100*(9), 1633-1641. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rmed.2005.12.001>

Stensrud, T., Rossvoll, Ø., Mathiassen, M., Melau, J., Illidi, C., Østgaard, H. N., . . . Stang, J. (2020). Lung function and oxygen saturation after participation in Norseman Xtreme Triathlon. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *n/a*(*n/a*). doi:10.1111/sms.13651

Tanaka, H., & Seals, D. R. (2008). Endurance exercise performance in Masters athletes: age-associated changes and underlying physiological mechanisms. *J Physiol*, *586*(1), 55-63. doi:10.1113/jphysiol.2007.141879

The International Olympic Committee. (u.d). History. Retrieved from <https://www.olympic.org/triathlon-equipment-and-history>

The Norwegian National Committees for Research Ethics. (2014, 19.10.2014). Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects.

Tipton, M. (2020). Environmental Conditions: Cold. In S. Migliorini (Ed.), *Triathlon Medicine*. Lausanne, Switzerland: Springer.

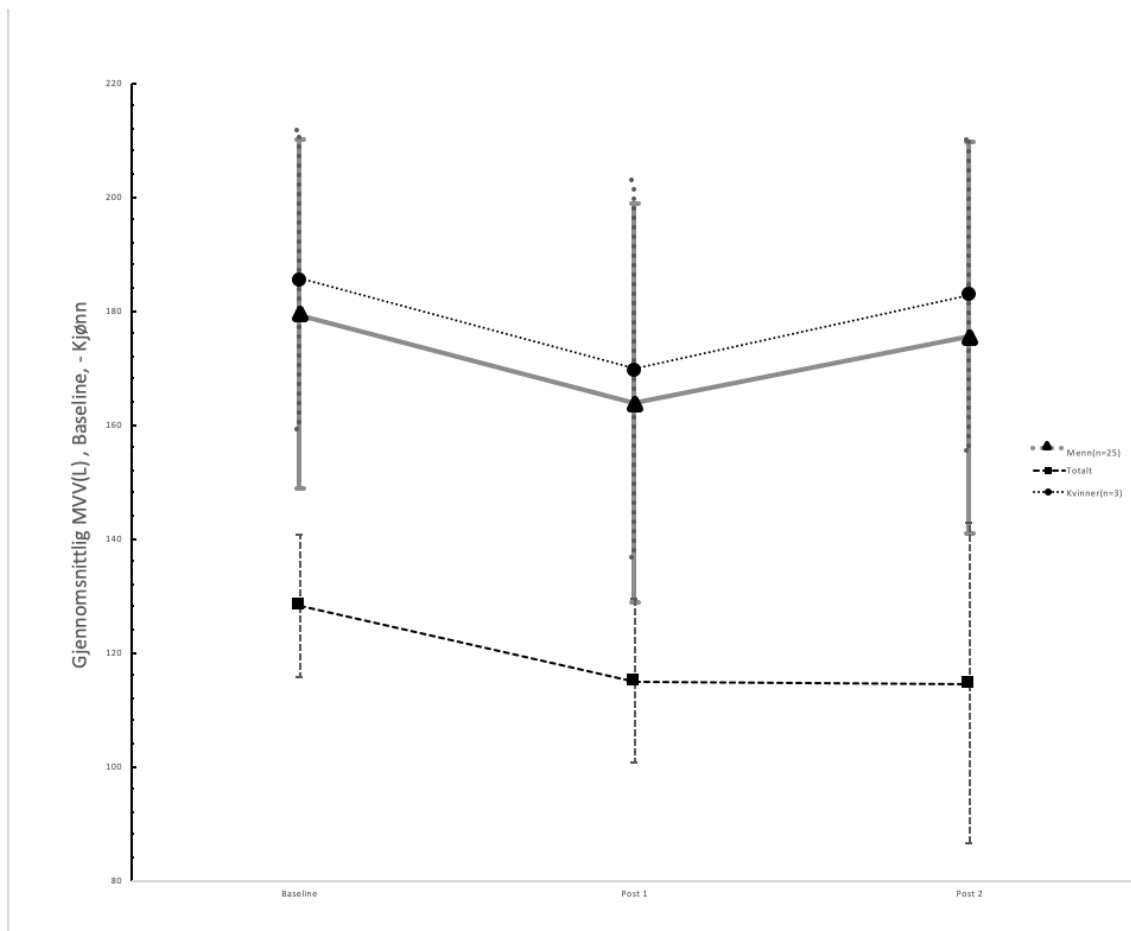
Toennesen, L., Porsbjerg, C., Pedersen, L., & Backer, V. (2014). Predictors of Airway Hyperresponsiveness in Elite Athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, *47*. doi:10.1249/MSS.0000000000000496

Turner, A. (2018). *Routledge Handbook of Strength and Conditioning: Sport-specific Programming for High Performance* (1 ed.): Routledge.

Vaccaro, P., Clarke, D. H., & Morris, A. F. (1980). Physiological characteristics of young well-trained swimmers. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, *44*(1), 61-66. doi:10.1007/bf00421764

- Weiler, J. M., Brannan, J. D., Randolph, C. C., Hallstrand, T. S., Parsons, J., Silvers, W., . . . Wallace, D. (2016). Exercise-induced bronchoconstriction update-2016. *J Allergy Clin Immunol*, *138*(5), 1292-1295.e1236. doi:10.1016/j.jaci.2016.05.029
- Welch Allyn. (2014). Welch Allyn Spot Vital Signs LXi - Directions for use. Retrieved from <https://www.welchallyn.com/content/dam/welchallyn/documents/sap-documents/LIT/80019/80019459LITPDF.pdf>
- Winter, E. M., British Association of, S., & Exercise, S. (2007). *Sport and exercise physiology testing guidelines : the British Association of Sport and Exercise Sciences guide. : Volume 2, : Exercise and Clinical Testing*(Vol. Volume 2).
- Zaryski, C., & Smith, D. J. (2005). Training principles and issues for ultra-endurance athletes. *Current Sports Medicine Reports*, *4*(3), 165-170. doi:10.1007/s11932-005-0062-0

## Vedlegg



Figur. Gjennomsnittlig endring i absoluttverier av maksimal voluntær ventilasjon (MVV) ved baseline fordelt på menn, kvinner og totalt.

**Prosjektsøknad** Skjema for søknad om godkjenning av forskningsprosjekt i de regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK)

2016/932-1

Dokument-id: 724022 Dokument mottatt 03.05.2016

## Endringer i biomarkører og lungefunksjon hos iderttsutøvere etter fulldistanse triathlonkonkuranser

### 1. Generelle opplysninger

#### 1.1 Prosjektleder

Navn: Jonny Hisdal

Akademisk grad: dr. philos

Klinisk kompetanse: Sirkulasjonsfysiolog

Stilling: Forsker / Fysiolog

Hovedarbeidssted: Oslo universitetssykehus

Arbeidsadresse: Sirkulasjonsfysiologisk adeling

Postnummer: 0586

Sted: Oslo

Telefon: 92281977

E-post adresse: jonny.hisdal@medisin.uio.no

#### 1.2 Prosjekttittel

Norsk tittel Endringer i biomarkører og lungefunksjon hos iderttsutøvere etter fulldistanse triathlonkonkuranser

Vitenskapelig tittel Endringer i biomarkører og lungefunksjon hos iderttsutøvere etter fulldistanse triathlonkonkuranser

#### 1.3 Forskningsansvarlig

Institusjon	Kontaktperson	Stilling	E-post adresse
1. Oslo universitetssykehus	Jørgen J Jørgensen	Professor	j.j.jorgensen@medisin.uio.no

#### 1.4 Initiativtaker

Hvem er initiativtaker til prosjektet? Prosjektleder og/eller  
forskningsansvarlig institusjon  
(bidragsforskning)

#### 1.5 Utdanningsprosjekt

Er prosjektet del av en utdanning eller doktorgrad? Ja

Studium/fag Medisin

Nivå Doktorgrad

#### 1.6 Prosjektmedarbeidere

Navn	Stilling	Institusjon	Akademisk rolle	Prosjektrolle
1. Maria Mathiassen	Lege	Sykehuset Telemark	Cand. med	Stipendiat
2. Jørgen Melau	Anestesi Sykepleier	Sykehuset i Vestfold	Master of informatics	Prosjektmedarbeider
3. Trine Stensrud	Forsker	Norges Idrettshøgskole	Dr. scient	Prosjektmedarbeider

#### 1.7 Tidsramme for prosjektet

Prosjektstart dato 01.07.2016

Prosjektslutt dato 01.07.2019

#### 1.8 Offentlig innsyn

Søkes det om unntak fra offentlig innsyn i søknad eller vedlegg? Nei



## 1.9 Samarbeid med utlandet

Har prosjektet noen form for samarbeid med utlandet? Nei

## 1.10 Annet prosjekt med betydning for vurderingen

Er det noe annet prosjekt som kan ha betydning for vurderingen av det aktuelle prosjektet? Nei

## 2. Prosjektopplysninger

### 2.1 Oppsummering av forskningsprosjektet

#### *Prosjektbeskrivelse*

Flere tidligere studier har konkludert med at langvarig ekstrem fysisk belastning kan føre til muskelskade, systemisk inflammasjon, immunologiske endringer og økt oksidativt stress. Ekstreme utholdenhetskonkurranser blir stadig mer populære. Varigheten av disse konkurransene er ofte svært lang og deltagerne presser kroppen til det ytterste. Fra tidligere studier er det kjent at langvarig fysisk belastning kan føre til økt nivå av klassiske inflammasjonsparametre og metabolitter i nivåer som hos vanlige pasienter vil oppfattes som svært patologiske men referanseverdier og verdier for deltakere som ikke trenger medisinsk behandling er fortsatt lite beskrevet. Studier har også vist at langvarig- og intensiv trening kan føre til bronkial hyperreaktivitet, økt inflammasjon i luftveiene og økt forekomst av astma, spesielt hos utholdenhetstrengende idrettsutøvere. Vi ønsker å kartlegge endringer i biomarkører og lungefunksjon hos deltakere etter deltakelse i Norseman Xtreme Triathlon,

### 2.2 Legemiddelutprøving

Legemiddelutprøving Nei

### 2.3 Forskningsdata

2.3.1 Tidligere registrerte opplysninger Nei

2.3.2 Nye helseopplysninger Ja

*Spesifiser hvilke typer helseopplysninger*

Alder, kjønn, vekt, høyde og treningsmengde siste året før konkurransen.

Helseopplysninger etter spørreskjema Modified Aqua 2008. Vurdering av astma, allergi og andre respiratoriske sykdommer. Utviklet for utøvere før OL i Beijing august 2008

---

### 2.3.3 Humant biologisk materiale

Ja

---

Nytt humant biologisk materiale

*Spesifiser hvilken type humant biologisk materiale. F.eks. blod, type vev, type kroppsvæske*

Blodprøver

Indusert sputum

---

Materialet skal lagres i en ny spesifikk forskningsbiobank

Ja

---

**Navn på biobanken**

**Navn på ansvarshavende**

OUS, Aker

Jonny Hisdal

---

Skal det gjøres genetiske undersøkelser av biologisk materiale?

Nei

---

## 2.4 Studiepopulasjon

---

### 2.4.1 Antall forskningsdeltakere og styrkeberegning

Minimum antall forsøkspersoner i denne studien er beregnet ved styrkeberegning basert på referanseverdier for Troponin T og NTproBNP. En endring i begge disse variablene på mer en 20% regnes som klinisk signifikant. For kvinner og menn under 60 år er referanseområdet for Troponin T <14ng/L og for NTproBNP 84 ng/L (Bo Hansen A, Kjeldsen HC. Troponiner (TnT og TnI). I: Lægehåndboken. Schröder T (red.). Sist revidert 04.03.2011). Styrkeberegning viser at med en teststyrke på 80% og 5% signifikansnivå må det inkluderes minst 25 pasienter for å kunne detektere en endring på 20% i markørene over. Det vil sannsynligvis være et betydelig frafall av forsøkspersoner fra pretest dagen før konkurransen til siste test dagen etter. Vi ønsker derfor å inkludere 35-40 forsøkspersoner for å sikre nok statistisk styrke for analysene i ettertid. Styrkeberegning er fortatt ved hjelp power kalkulator fra av [www.stat.ubc.ca](http://www.stat.ubc.ca).

---

### 2.4.2 Beskrivelse av forskningsdeltakere/utvalg

---

Andre personer

*Spesifiser hvilke personer*

Deltagere i konkurransen Norseman Xtreme Triathlon 2016

---

*Begrunn hvorfor disse personene skal inkluderes*

Etter gjennomføring av en konkurransen som Norseman vil deltagerne ha vært igjennom en ekstrem fysisk belastning over lang tid. Ved å undersøke deltakere ved en konkurransen som dette har man mulighet til å undersøke en gruppe som frivillig har meldt seg på en konkurransen og dermed også den fysiske belastningen som en slik konkurransen medfører.

---

## 2.5 Forskningsmetode

### 2.5.1 Metode for analysering av data

Statistiske (kvantitative) analysemetoder

### 2.5.2 Metode for innhenting av data

Fysiske inngrep

*Spesifiser hvilke inngrep*

Blodprøvetaking

Indusert sputum

Spørreskjema

## 2.6 Begrunnelse for valg av data og metode

*Redegjør for den faglige og vitenskapelige begrunnelsen for valg av data og metode*

For å kunne kartlegge hvilke endringer i biomarkører som kan forventes etter ekstrem utholdenhetskonkurransen har vi valgt å undersøke deltakere under Norseman xtreme triathlon. Konkurransen innebærer både svømming, løping og sykling og konkurransen er lik for alle deltagerne. Både kvinner og menn starter samtidig og gjennomfører samme distanse. Variablene blir derfor små mellom deltakerne. Denne konkurransen foregår over 2 dager hvor deltakerne er i konkurransen mellom 10 - 18 timer. Blodprøvetaking og sputumprøver og lungefunksjonstester kan utføres over en kort periode før og etter konkurransen.

Studier har vist at langvarig- og intensiv trening er vist å føre til bronkial hyperreaktivitet, økt inflammasjon i luftveiene og økt forekomst av astma, spesielt hos utholdhetstrete idrettsutøvere[i]. Mye trening over tid med høy intensitet i ugunstige miljøer kan føre til epitelkader pga. mekanisk, termisk og osmotisk slitasje ved høy minuttventilasjon, og over tid føre til remodelering av luftveiene. Inflammasjonsmarkører i indusert sputum hos vinteridrettsutøvere og svømmere er rapportert å korrelere med ukentlige treningstimer. En forhøyet andel eosinofile og neutrofile celler er funnet hos svømmere

sammenlignet med kontroller. Det er tidligere gjort svært få studier hvor man har sett på den umiddelbare effekten på lungefunksjon etter denne type fysisk belastning over en så lang tidsperiode.

### 3. Informasjon, samtykke og personvern

#### 3.1 Samtykke vil bli innhentet

Samtykke vil bli innhentet

Ja

*For hvilke deltakere, opplysninger og evt. prøver vil samtykke bli innhentet?*

Alle deltakere i studien vil måtte signere samtykkeskjema før deltakelse i studien. Samtykket omfatter bruk og analyse av serumprøver og sputumprøver som innhentes under studien. Samtykket omfatter også bruk av demografiske data som besvares via aidentifiserte spørreskjema.

*Hvordan vil deltakerne bli identifisert, kontaktet og rekruttert? Beskriv rekrutteringsprosedyre og begrunn evt. avvik fra skriftelig samtykke*

Alle deltakere i konkurransen Norseman Xtreme Triathlon vil bli kontaktet via mail før konkurransen. Deltagere som ønsker å delta i studien vil deretter melde seg til Maria Mathiassen via mail. Kun deltakere som melder seg på studien vil bli inkludert.

*Beskriv inklusjonskriterier*

Deltakere som har fått startplass på Norseman Xtreme Triathlon 2016.

*Beskriv eksklusjonskriterier*

Kjent tidligere hjertesykdom

#### 3.2 Samtykke er allerede innhentet

Samtykke er allerede innhentet

Nei

#### 3.3 Det søkes om fritak fra kravet om å innhente samtykke

Det søkes om fritak fra kravet om å innhente samtykke

Nei

## 4. Avveining av nytte og risiko ved prosjektet

### 4.1 Fordeler

*Angi fysisk, psykisk, sosial og/eller praktisk fordel/nytte/gagn nå eller i fremtida for den enkelte pasient/deltaker, grupper av personer, samfunnet og/eller vitenskapen .*

Ekstreme utholdenhetskonkurranser som fulldistanse triathlon og ultraløp blir stadig mer populære. Varigheten av disse konkurransene er ofte svært lang, gjerne over 12 timer og deltagerne presse kroppen til det ytterste. I noen tilfeller blir utøverne så slitne at de i etterkant må ha medisinsk hjelp på legevakt eller har behov for innleggelse på sykehus. Fra tidligere studier<sup>1</sup> er det kjent at langvarig fysisk belastning kan føre til økt nivå av klassiske inflammasjonsparametre og metabolitter i nivåer som hos vanlige pasienter vil oppfattes som svært patologiske, men referanseverdier og verdier for deltakere som ikke trenger medisinsk behandling er fortsatt lite beskrevet.

Det er også av interesse å se på hvor raskt de ulike biomarkørene begynner å normalisere seg etter en ekstrem utholdenhetskonkurranse. Da spesielt med tanke på restitusjonsperioden hos den enkelte deltaker men også i forhold til situasjoner der deltakere har behov for medisinsk hjelp og innleggelse på sykehus.

### 4.2 Ulemper

*Angi fysisk, psykisk, sosial og/eller praktisk risiko/skade/ubehag/belastning/uileilighet nå eller i fremtida for den enkelte pasient/deltaker, grupper av personer, samfunn og/eller miljø .*

Indusert sputum kan medføre noe ubehag i forbindelse med inhalasjon som framprovoserer hoste. Ingen deler av prøvetakingen vil påvirke deltakernes prestasjon i konkurransen.

### 4.3 Tiltak

*Redegjør for eventuelle særlige tiltak for å ivareta og beskytte pasientene/deltakerne i forskningsprosjektet og for å begrense mulig risiko/ulempe*

Blodprøvetakingen vil gjennomføres sterilt og gjøres av lege og bioingeniør. Lungefunksjonstester vil utføres av erfarne idrettsfysiologer med lang erfaring i denne typen prøvetaking.

### 4.4 Forsvarlighet

*Hvorfor er det forsvarlig å gjennomføre prosjektet? Gi en begrunnet avveining av fordelene og ulempene*

ved forskningsprosjektet.

Prosjektet vil gjennomføres av lege, bioingeniør og erfarne fysiologer. Alle har tidligere deltatt i triathlon på ulike nivå selv. Prøvetaking vil ikke innebære risiko for deltakerne eller påvirke deltakernes prestasjoner i konkurransen

## 5. Sikkerhet, interesser og publisering

### 5.1 Personidentifiserbare opplysninger

I hvilken form skal personidentifiserbare opplysninger og prøver brukes i prosjektet?

- Aidentifisert med koblingsnøkkel

*Gi informasjon om hvordan koblingsnøkkelen oppbevares og hvem som har tilgang til denne*

Alle deltakere vil aidentifiseres med studienummer. Kodenøkkel vil lagres ved Oslo Universitetssykehus, Aker.

### 5.2 Internkontroll og sikkerhet

#### 5.2.1 Hvordan skal personidentifiserbare opplysninger og prøver oppbevares?

- Innelåst oppbevaring

*Redegjør nærmere for oppbevaringsmåte, låse- og adgangsrutiner mv*

Prøvemateriale oppbevares i sirket biobank ved Oslo universitetssykehus. Av praktiske årsaker vil registrering av deltaker og studienummer oppbevares i en egen papirmappe som senere lagres innelåst ved Oslo Universitetssykehus.

- Manuelt/papir
- Koblingsnøkkel og data oppbevares atskilt fra hverandre

### 5.3 Forsikring for forskningsdeltakere

- Pasientskadeloven

### 5.4 Vurdering av andre instanser

Prosjektet har blitt vurdert/skal vurderes av:

Egen institusjon

## 5.5 Interesser

*Finansieringskilder*

Alle forskere som er aktivt inne i prosjektet lønnes fra sine respektive arbeidsgivere som er Oslo universitetssykehus, Sykehuet i Tønsberg, Sykehuset i Vestfold og Norges idrettshøyskole.

*Godtgjøring til institusjon*

Ingen

*Honorar prosjektleder/-medarbeidere*

Ingen

*Kompensasjon for forskningsdeltakere*

Ingen

*Eventuelle interessekonflikter for prosjektleder/-medarbeidere*

Ingen interessekonflikter er identifisert.

## 5.6 Publisering

Er det restriksjoner med hensyn til offentliggjøring og publisering av resultatene fra prosjektet?      Nei

*Redegjør for hvordan resultatene skal gjøres offentlig tilgjengelig*

Resultater er planlagt publisert internasjonalt i medisinske og fysiologiske tidsskrifter

## 5.7 Håndtering av data etter prosjektslutt

*Hvordan skal personopplysninger håndteres etter prosjektslutt?*

Prøvemateriale destrueres etter prosjektslutt

---

## 6. Vedlegg

#	Type	Filnavn	Lagt inn dato
1.	CV for prosjektleder	CV Jonny Hisdal.docx	03.05.16
2.	Spørreskjema	Spørreskjema 030516.pdf	03.05.16
3.	Forespørsel om deltakelse	Samtykkeskjema 030516.docx	03.05.16
4.	Forskningsprotokoll	Prosjektprotokoll 030516.docx	03.05.16

---

## 7. Ansvarserklæring

Jeg erklærer at prosjektet vil bli gjennomført

---

i henhold til gjeldende lover, forskrifter og retningslinjer

---

i samsvar med opplysninger gitt i denne søknaden

---

i samsvar med eventuelle vilkår for godkjenning gitt av REK eller andre instanser

---



---

<b>Region:</b>	<b>Saksbehandler:</b>	<b>Telefon:</b>	<b>Vår dato:</b>	<b>Vår referanse:</b>
REK sør-øst	Finn Skre Fjordholm	22845821	13.06.2019	2016/932 REK sør-øst D
			<b>Deres dato:</b>	<b>Deres referanse:</b>
			15.04.2019	

Vår referanse må oppgis ved alle henvendelser

Jonny Hisdal  
Oslo universitetssykehus HF

## **2016/932 Endringer i biomarkører og lungefunksjon hos idrettsutøvere etter fulldistanse triathlonkonkurranser**

**Forskningsansvarlig:** Oslo universitetssykehus HF, Oslo universitetssykehus HF  
**Prosjektleder:** Jonny Hisdal

Vi viser til søknad om prosjektendring datert 15.04.2019 for ovennevnte forskningsprosjekt, samt deres e-post den 10.06.2019. Søknaden er behandlet av leder for REK sør-øst D på fullmakt, med hjemmel i helseforskningsloven § 11.

### **Vurdering**

Endringene gjelder:

-Utvidelse av prosjektperioden til 31.12.2022

-Inkludering av opptil 40 nye deltagere i 2019, noe som vil øke den statistiske styrken for hvordan ulike biomarkører påvirkes av langvarig fysisk aktivitet. Alle deltagerne er med i Norseman Extreme Triathlon

-De nye deltagerne gjennomgår ultralydundersøkelse av hjerte- og karfunksjon, og resultatene fra denne relateres til endringer i aktuelle biomarkører. Ultralydundersøkelse skal gjøres av et utvalg av deltagerne før start, like etter målgang og 12 til 14 timer etter målgang, eventuelt også 14 dager etter løpet

-Deltagerne skal fylle ut et spørreskjema om astma, AQUA2008

-Fire nye medarbeidere tas inn i prosjektet:

Christoffer Nyborg, stipendiat  
Ole Jakob Sletten, stipendiat  
Helene Støle Melsom, student  
Martin Bonnevie-Svendsen, forsker

### **Vurdering**

Komiteens leder har vurdert de omsøkte endringene, og har ingen forskningsetiske innvendinger til endringene slik de er beskrevet i skjema for prosjektendring.

### **Vedtak**

REK har gjort en forskningsetisk vurdering av endringene i prosjektet og godkjenner prosjektet slik det nå foreligger, jfr. helseforskningsloven § 11, annet ledd.

Tillatelsen er gitt under forutsetning av at prosjektet gjennomføres slik det er beskrevet i søknaden, endringssøknad, oppdatert protokoll og de bestemmelser som følger av helseforskningsloven med forskrifter.

Vi gjør samtidig oppmerksom på at etter ny personopplysningslov må det også foreligge et behandlingsgrunnlag etter personvernforordningen. Det må forankres i egen institusjon.

### **Klageadgang**

Vedtaket kan påklages, jf. forvaltningslovens § 28 flg. Eventuell klage sendes til REK sør-øst. Klagefristen er tre uker fra du mottar dette brevet. Dersom vedtaket opprettholdes av REK sør-øst, sendes klagen videre til Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helsefag for endelig vurdering.

Til informasjon bytter REK søknadsportal i sommer. Den nye portalen vil være klar i august. Se våre hjemmesider «Aktuelle meldinger» for oppdatert informasjon.

Henvendelser kan sendes inn på e-post [post@helseforskning.etikk.no](mailto:post@helseforskning.etikk.no).

Vennligst oppgi vårt referansenummer i korrespondansen.

Med vennlig hilsen

Finn Wisløff  
Professor emeritus  
Leder

Finn Skre Fjordholm  
rådgiver

**Kopi til:** *Jørgen J. Jørgensen: [j.j.jorgensen@medisin.uio.no](mailto:j.j.jorgensen@medisin.uio.no)  
Oslo universitetssykehus HF: [oushfdlgodkjenning@ous-hf.no](mailto:oushfdlgodkjenning@ous-hf.no)*

# PROSJEKTPROTOKOLL

Endringer i biomarkører og lungefunksjon hos idrettsutøvere  
etter fulldistanse triathlonkonkurranser

Maria Mathiassen – Sykehuset Telemark  
Jørgen Melau – Sykehuset Vestfold  
Jonny Hisdal – Oslo universitetssykehus, Aker  
Trine Stensrud – Norsk Idrettshøyskole

## **Introduksjon:**

### Triathlon:

Triathlon er består av svømming, sykling og løping. Konkurransen foregår alltid I den rekkefølgen. Under en festmiddag for Waikiki Svømmeklubb på Hawaii i 1977 begynte soldater, med marineoffiseren John Collins i spissen, å diskutere hvilken idrett som var tøffest. Svømming, løping eller sykling. De laget ett veddemål om å konkurrere i alle idrettene etter hverandre, og kalle vinneren for Ironman. Den 18. februar 1978 stilte 15 deltagere til start på stranden på Waikiki og den første Ironman ble gjennomført.

Distansene for de ulike konkurransene varierer, de vanligste er:

- Sprintdistanse er på 750 meter svømming, 20 km sykling og 5 km løping
- Normaldistanse er på 1500 meter svømming, 40 km sykling og 10 km løping.
- Langdistanse er på 3800 meter svømming, 180 km sykling og 42 km løping ("Ironman")

Triathlon er i kraftig vekst i Norge. I 2011 var det 80 klubber i Norge med totalt 2000 medlemmer. I 2015 hadde antallet økt til 184 klubber og 3900 medlemmer<sup>1</sup>. Norges Triathlonforbund antar at det vil være opp mot 20 000 som kommer til i delta i en triatlonkonkurranse i løpet av 2016<sup>16</sup>.

## **Bakgrunn:**

Flere tidligere studier har konkludert med at langvarig ekstrem fysisk belastning kan føre muskelskade, systemisk inflammasjon, immunologiske endringer og økt oksidativt stress<sup>2</sup>. Muskelskade induisert av fysisk aktivitet følges av en økning i inflammatoriske mediatorer, og denne økningen ser ut til å ha en sammenheng med lengden og intensiteten av belastningen<sup>1 3</sup>. Flere studier har de siste årene dokumentert at hard fysisk belastning kan føre til feber og mobilisering og økning både i antallet nøytrofile leukocytter og monocytter, samtidig som det cellulære immunforsvaret svekkes. Dette vil igjen kunne føre til økt mottakelighet for infeksjoner<sup>4</sup>. Det har de siste årene spesielt vært fokus på cytokiner som mediatorer for disse responsene. Da spesielt interleukiner.

Ekstreme utholdenhetskonkurranser som fulldistanse triathlon og ultraløp blir stadig mer populære. Varigheten av disse konkurransene er ofte svært lang, gjerne over 12 timer og deltagerne presse kroppen til det ytterste. I noen tilfeller blir utøverne så slitne at de i etterkant må ha medisinsk hjelp på legevakt eller har behov for innleggelse på sykehus. Fra tidligere studier<sup>1</sup> er det kjent at langvarig fysisk belastning kan føre til økt nivå av klassiske inflammasjonsparametre og metabolitter i nivåer som hos vanlige pasienter vil oppfattes som svært patologiske, men referanseverdier og verdier for deltakere som ikke trenger medisinsk behandling er fortsatt lite beskrevet.

### Biokjemiske markører:

Endring i nyrefunksjon er beskrevet i flere ulike utholdenhetsidretter, inkludert triathlon og maraton<sup>5</sup>. En svekket nyrefunksjon vil føre til en signifikant økning i kreatinin, karbamid og urinsyre<sup>4 6</sup>. Proteinuri kan være et tegn på nyreskade, men den midlertidige økningen man ser etter utholdenhetskonkurranser er ansett som normalt<sup>7</sup>.

Tidligere studier har også vist en økning i ulike hjertemarkører som pro-BNP, BNP, CK-MB og Troponin I og T etter langvarig fysisk belastning<sup>8</sup>. En økt konsentrasjon av disse i plasma er normalt knyttet til hjertesykdom og myokardskade og er viktige markører som brukes daglig i klinisk medisin, men langvarig fysisk aktivitet er også vist å kunne medføre en økning i Troponin hos nesten 50% av friske idrettsutøvere<sup>9 10</sup>.

Den akutte inflammatoriske response er en viktig del av patogenesen ved myokardskade ved akutt koronarsyndrom<sup>11 12</sup> og endotelial dysfunksjon er spesielt relatert til rekruttering av leukocytter ved atherosklerose<sup>13</sup>. I klinisk praksis er derfor markører på inflammasjon blitt viktige i diagnostikken av myokardskade,<sup>14</sup> og det er et økende fokus på endoteliale adhesjonsmolekyler som ICAM-1, VCAM-1 og E-selectin som diagnostiske markører av myokardskade.

For å bedre kunne kartlegge den inflammatoriske responsen i forbindelse med ekstrem utholdenhetskonkurranser og utholdenhetsidrett ønsker vi derfor i dette prosjektet nivået av flere ulike inflammasjonsmarkører som brukes i klinisk sammenheng. Disse vil inkludere CD4+, CD8+, CD16+, CD34+, CD56+, IL-4, IL-6, IL-8, IL-12, IL-33, TNF- $\alpha$ , MUC 1 og MUC 5. I tillegg Total IgE, ECP

#### Lungefunksjon:

Studier har også vist at langvarig- og intensiv trening er vist å føre til bronkial hyperreaktivitet, økt inflammasjon i luftveiene og økt forekomst av astma, spesielt hos utholdenhetsrente idrettsutøvere<sup>15</sup>. Mye trening over tid med høy intensitet i ugunstige miljøer kan føre til epiteliskader pga. mekanisk, termisk og osmotisk slitasje ved høy minuttventilasjon, og over tid føre til remodelering av luftveiene<sup>16</sup>. Inflammasjonsmarkører i induert sputum hos vinteridrettsutøvere og svømmere er rapportert å korrelere med ukentlige treningstimer<sup>17</sup>. En forhøyet andel eosinofile og neutrofile celler er funnet hos svømmere sammenlignet med kontroller<sup>18</sup>.

#### **Formål og problemstilling:**

Hensikten med denne studien er derfor å undersøke nivået av klassiske biomarkører som CRP, kreatinin, pro-BNP, BNP, troponin og elektrolytter, endotelspesifikke endoteliale adhesjonsmolekyler som ICAM-1, VCAM-1 og E-selectin, og inflammasjonsmarkørene CD4+, CD8+, CD16+, CD34+, CD56+, IL-4, IL-6, IL-8, IL-12, IL-33, TNF- $\alpha$ , MUC 1 og MUC 5. I tillegg Total IgE, ECP hos deltagere som har gjennomført Norseman extreme triathlon. Dette ønsker vi å gjøre for å kunne kartlegge hvilke biokjemiske endringer som kan oppfattes som normale hos et individ etter en langvarig fysisk belastning og for videre å kunne si noe om hvilke referanseverdier man skal forholde seg til hos disse personene i situasjoner hvor medisinsk vurdering er nødvendig. Vi ønsker også å undersøke hvilke verdier som kan forventes 12-24 timer etter målgang, i forhold til allerede definerte referanseområdet.

Triatleter skal beherske tre ulike utholdenhetsidretter og må trene i ulike miljø, inkludert trening i svømmebasseng hvor de inhalerer organiske klorforbindelser som er spesielt irriterende for luftveiene. Det er få studier som har undersøkt triatleter i forhold til luftveisinflammasjon og vi ønsker med denne studien å undersøke akutt effekt på BHR og inflammasjonsmarkører i induert sputum hos triatleter før og etter Norseman.

#### **Utvalg:**

Vi har avtalt med arrangøren at alle deltagere på Norseman Xtreme Triathlon 2016 som skal arrangeres 6. august vil motta skriftlig informasjon om studien via mail, dersom godkjenning fra etisk komité foreligger. Frivillige som ønsker å delta vil selv gi tilbakemelding om dette og deretter inkluderes i studien. Vi ønsker å inkludere så mange deltagere som mulig. Grunnet overvekt av antall menn i konkurransen vil det være sannsynlig at det også vil bli en overvekt av antall menn inkludert i studien i forhold til kvinner.

## **Metode:**

Deltagelse i studien er frivillig og deltagerne vil kontaktes på mail ca en måned før konkurransen. I tillegg til skriftlig informasjon vil deltakere som ønsker å delta i denne studien motta muntlig informasjon i forbindelse med signering av samtykkeskjema og første test.

### Demografiske data:

Som en del av studien ønsker vi å kartlegge deltagerens alder, kjønn, vekt, høyde og treningsmengde siste året før konkurransen. For kartlegging av symptomer på astma og allergi vil deltagerne svare på et stadarisert spørreskjema, Modified Aqua2008 – Questionnaire for assesment of asthma, allergy and other respiratory disorders for athletes. Dagen før konkurransen vil deltagere som er inkludert i studien få utdelt nevnte spørreskjema. Alle spørreskjema vil bli aidentifisert. Vi ønsker også å kartlegge væske og næringsinntak i løpet av konkurransen og dette vil deltagerne svare på i et eget spørreskjema før i de reiser fra Gaustablikk etter konkurransen.

## **Gjennomføring:**

Norseman extreme triathlon gjennomføres første helgen i august hvert år. Konkurransen starter med 3800 meter svømming i Hardangerfjorden inn til Eidfjord. Deretter sykler utøverne 180 km på sykkel over Hardangervidda, over Imingfjell og til Austbygdi ved Rjukan. Til slutt løper utøverne 42 km, med målgang på toppen av Gaustatoppen, 1883 moh. Ca 250 deltagere stiller til start hvert år. Det er satt av 20 plasser for eliteutøvere (5 kvinner og 15 menn), resten av plassene tildeles ved loddtrekning blant de ca 2500 søkerne.

### Blodprøvetaking:

Serumprøver samles inn i tre ulike faser i forhold til konkurransen. Første prøve tas dagen før konkurransen og neste tas like etter målgang på Gaustatoppen eller Gaustablikk. Avsluttende og siste prøver vil tas før deltagerne reiser fra Gaustablikk. Prøvene tas av lege og aidentifiseres ved at de merkes med deltakerens studienummer.

### Lungefunksjon (Spirometri):

Lungefunksjon vil bli målt ved maksimal ekspiratorisk flow volum kurve og utført i henhold til europeisk standard<sup>19</sup>. ved bruk av Masterscreen PFT, Jaeger (Würzburg, Tyskland). Følgende variabler vil bli benyttet: forsert ekspiratorisk volum første sekund av utpusten (FEV<sub>1</sub>), forsert vital kapasitet (FVC), forsert ekspiratorisk flow ved 25-75 % av FVC (FEF<sub>25-75</sub>) og FEV<sub>1</sub>/FVC. Referanseverdier er i henhold til Stanojevic et al<sup>20</sup>

### Ekspirert nitrogenoksid (FE<sub>NO</sub>)

Fraksjonen av ekspirert nitrogenoksid (FE<sub>NO</sub>) vil bli målt med en single breath online test i henhold til retningslinjene utarbeidet av American Thoracic Society<sup>21</sup> med en

kjemiluminesens analysator, (EcoMedics CLD 88 Exhalyzer® (Eco Medics AG, Duerten, Sveits). Testen utføres sittende, og forsøkspersonen inhalerer NO-fri luft gjennom et munnstykket tett opp til maksimal inspiratorisk reservekapasitet, etterfulgt av rolig ekspirasjon til et stabilt platå, med en flow på 50 ml/s og et trykk på 5-20 mmHg. Et visuelt feedback system benyttes for å korrigere flow under testene. Gjennomsnittlig verdi av to godkjente etterfølgende målinger innenfor 5% eller tre godkjente etterfølgende målinger innenfor 10% noteres og benyttes i analysene.

#### Indusert sputum:

Deltakeren inhalerer først 0,1 mg/mL<sup>-1</sup>·10 kg kroppsvekt salbutamol. Etter 15 minutter måles lungefunksjon og FEV<sub>1</sub> benyttes som referanse. Videre inhaleres økende doser av hypertont saltløsning (3 %, 4 % og 5 %) via en ultrasonic forstøver (Easyneb II, Flaemnuova, Italy) i 3 påfølgende 7-minutts perioder. Etter hver periode på 7 minutter pusser deltakeren nesen og skyller munnen før de hoster kraftig, men ikke harker, og spytter ut slim i et sterilt plastbeger. Plastbegeret plasseres i en isboks og oppbevares der mellom og etter 7-minutts periodene. Lungefunksjon måles etter hver inhalasjonsperiode for å avdekke eventuell bronkialkonstriksjon. Testen blir avbrutt hvis FP har et fall i FEV<sub>1</sub> på >10% i forhold til målingen ved baseline.

Sputumprøvene vil bli behandlet innen en time, sputumpluggene separeres fra spytt og veid. Det ble tilsettes fosfatbufret saltløsning (PBS) med 0,1% (wt/vol) dithiothreitol (DTT) 4 ganger vekta. Deretter mikses prøvene i romtemperatur i 15 minutter, og vaskes med 4 ganger vekta av sputumvolumet i PBS, og filtrert gjennom et 48-µm pore filter (Sintab, Oxie, Sverige). Prøvene sentrifugeres i 5 minutter på 340 \* g på 4°C. Etter fjerning av supernatanten blir sputumpluggene resuspendert med PBS med 0,1% Bovine Serum Albumin (Sigma, St. Louis, MO) til et endelig volum på 2 ml. Antall levende og døde celler, og antall plateepitel telles i et Bürker-kammer, på Trypan blue (0,4%)(Sigma) farger. Prøver med mer enn 50 % døde celler og mer enn 50 % plateepitel ekskluderes. Til slutt lages cytospinn av cellene. Telling av celler på cytospinn gjennomføres av to ulike blindede observatører. Observatørene gjentar tellingen til det er mindre enn 5 % forskjell.

#### Metakolinprovokasjon (PD<sub>20met</sub>)

Bronkial hyperreaktivitet (BHR) vil bli målt ved metakolinprovokasjon og utført i henhold til gjeldende retningslinjer (4) ved hjelp av et "inspiration-triggered Aerosol Provocation System (APS) Jäger nebulizer (Würzburg, Tyskland)." Deltakeren måler baseline FEV<sub>1</sub>, inhalerer videre 0,9 % NaCl og måler FEV<sub>1</sub> på nytt. Denne verdien settes som referanseverdi. Videre inhaleres metakolin i doble doser inntil en reduksjon i FEV<sub>1</sub> på 20 % eller mer fra referanseverdi (PD<sub>20met</sub>) eller til den kumulative maksimaldosen på 24,48 µmol (4,8 mg) metakolin er nådd. Etter avsluttet test inhalerer deltakeren salbutamol (0,1 ml per 10 kg kroppsvekt tilsatt 1-2 ml med 0,9 % NaCl) for å reversere evt. bronkialkonstriksjon.

#### 1. Prøvetaking: Eidfjord.

- Prøvetaking av deltagere vil foregå på tidlig ettermiddag før konkurransedag. Her vil alle deltagere i studien registreres og tildeles studienummer. De vil svare på et kort spørreskjema for demografiske data (Vedlegg 2).
- Etter avtale med Eidfjord legekontor vil deres lokaler bli brukt under denne registreringen.

#### 2. Prøvetaking: Gaustatoppen/Gaustablikk.

- De 160 raskeste deltagerne får avslutte konkurransen på Gaustatoppen. Resterende deltagere har målgang ved Gaustablikk. Prøvetaking direkte etter målgang vil derfor måtte gjennomføres parallelt begge steder.
- Ved målgang Gaustatoppen vil man bruke lokalene til Gaustatoppen turisthytte (DNT).
- Ved målgang Gaustablikk gjennomføres prøvetaking på Gaustablikk høyfjellshotell

### 3. Prøvetaking: Gaustadblikk.

- Prøvetaking gjennomføres på Gaustablikk høyfjellshotell morgenen etter konkurransen før deltagere reiser hjem.

#### Screening og demografiske data:

Som en del av studien ønsker vi å kartlegge deltagerens alder, kjønn, vekt, høyde og treningsmengde siste året før konkurransen. Dagen før konkurransen vil deltagere som er inkludert i studien få utdelt spørreskjema. Dette er aidentifisert med studienummer. Vi ønsker også å kartlegge væske og næringsinntak i løpet av konkurransen og dette vil deltagerne svare på i et eget spørreskjema før i de reiser fra Gaustablikk etter konkurransen.

#### **Tidsplan:**

Første del av prøvetaking vil foregå dagen før og selve konkurransedagen til Norseman Xtreme Triathlon i august 2016. Siste prøvetaking vil bli gjort på Gaustablikk før deltagere reiser hjem. Alle prøver vil dermed bli tatt innenfor en tidsperiode på 2 døgn.

#### **Analyse og publisering:**

Serumprøver og sputumprøver tatt av deltagere vil kun brukes til analyse av nevnte prøver og vil ikke kunne brukes til annen testing enn det som deltagerne har blitt informert om og gitt samtykke til. Etter analyse vil alt av prøvemateriale destrueres.

#### **Prosjektorganisasjon:**

Initiativtakere til studien vil i år deltar i organiseringen av konkurransen Norseman Xtreme Triathlon som en del av det medisinske personellet. Alle har tidligere selv deltatt i triathlonkonkurranser. Maria Mathiassen jobber daglig som lege ved hjertemedisinsk avdeling, medisinsk klinikk Sykehuset Telemark i Skien.

Jørgen Melau er utdannet redningsmann og har i flere år arbeidet i Luftambulansen og har i tillegg på fritiden jobbet frivillig som sikkerhetssjef på en rekke store triathlonkonkurranser. De siste 10 årene han vært sikkerhetssjef på Norseman Xtreme Triathlon.

Jonny Hisdal er fysiolog og leder for sirkulasjonsfysiologisk laboratorium ved Oslo universitetssykehus, Aker og har de senere årene veiledet flere doktorgradsstudenter innen sirkulasjonsfysiologi.

#### **Personell, utstyr, ressurser:**



Studien vil gjennomføres ved hjelp av frivillig crew ved Norseman Xtreme Triathlon samt JM som fra tidligere er utdannet anestesisykepleier og redningsmann. Lungefunksjonstester og prøvetaking fra sputum vil utføres av forskere fra Norsk Idrettshøyskole.

Prøver behandles, lagres og transporteres etter prosedyrer for behandling av prøvemateriale utenfor sykehus.

En bioingeniør vil overvåke all prøvetaking og behandling av prøver under hele studien.

Blodprøver vil fyses på -80°C og oppbevares i forskningsbiobank på Oslo universitetssykehus, Aker.

### **Kostnader og finansieringsplan:**

Lønnskostnader for forskere involvert i prosjektet vil dekkes av institusjonene som er involvert i prosjektet. Alle prøver tatt under forsøket vil lagres i biobank ved Oslo Universitetssykehus og analyseres samlet i etterkant av prøveinnsamlingen.

### **Publisering:**

Datamaterialet er planlagt publisert høst – 16/vinter – 17.

### **Vedlegg:**

1. Samtykkeskjema.
2. Spørreskjema Agua2008 – Kartlegging av symptomer på astma, allergi og andre respiratoriske sykdommer.

### **Referanser:**

---

<sup>1</sup> Norges Triathlonforbund. Nettsider. [www.triathlon.no](http://www.triathlon.no)

<sup>2</sup> Comassi M, Vitolo E, Pratali L, Del Turco S, Dellanoce C, Rossi C, et al. Acute effects of different degrees of ultra-endurance exercise on systemic inflammatory responses. *Intern Med J.* 2015. January;45(1):74–9. doi: 10.1111/imj.12625

<sup>3</sup> Pedersen BK, Hoffman-Goetz L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. *Physiol Rev.* 2000. July;80(3):1055–81. Review.

<sup>4</sup> Suzuki K, Nakaji S, Yamada M, Totsuka M, Sato K, Sugawara K. Systemic inflammatory response to exhaustive exercise. *Cytokine kinetics. Exerc Immunol Rev.* 2002;8:6–48

<sup>5</sup> Scotney B, Reid S. Body Weight, Serum Sodium Levels, and Renal Function in an Ultra-Distance Mountain Run. *Clin J Sport Med.* 2014. July 9.

<sup>6</sup> Radák Z, Ogonovszky H, Dubecz J, Pavlik G, Sasvari M, Pucsok J, et al. Super-marathon race increases serum and urinary nitrotyrosine and carbonyl levels. *Eur J Clin Invest.* 2003; 33(8): 726–30.

- 
- <sup>7</sup> Reid RI, Hosking DH, Ramsey EW. Haematuria following a marathon run: source and significance. *Br J Urol*. 1987; 59(2): 133–6.
- <sup>8</sup> Scharhag J, Herrmann M, Urhausen A, et al. Independent elevations of N-terminal pro-brain natriuretic peptide and cardiac troponins in endurance athletes after prolonged strenuous exercise. *Am Heart J* 2005;150:1128-34
- <sup>9</sup> Lippi G, Schena F, Salvagno GL, et al. Comparison of conventional and highly-sensitive troponin I measurement in ultra-marathon runners. *J Thromb Thrombolysis* 2012;33:338-42.
- <sup>10</sup> Tjora S, Gjestland H, Mordal S, et al. Troponin rise in healthy subjects during exercise test. *Int J Cardiol* 2011;151:375-6.
- <sup>11</sup> Entman ML, Ballantyne CM. Inflammation in acute coronary syndromes. *Circulation* 1993;22:800-3.
- <sup>12</sup> Fuster V, Badimón L. The pathogenesis of coronary artery disease and the acute coronary syndromes. *N Engl J Med* 1992;326: 242-50.
- <sup>13</sup> Gimbrone MA. Vascular endothelium: an integrator of pathophysiologic stimuli in atherosclerosis. *Am J Cardiol* 1995;75:678-708.
- <sup>14</sup> Shyu KG, Chang H, Lin CC, Kuan P. Circulating intercellular adhesion molecule-1 and E-selectin in patients with acute coronary syndrome. *Chest* 1996;77:543-9.
- <sup>15</sup> Carlsen, K. H., Anderson, S. D., Bjermer, L., Bonini, S., Brusasco, V., Canonica, W., . . . Clinical, I. (2008). Exercise-induced asthma, respiratory and allergic disorders in elite athletes: epidemiology, mechanisms and diagnosis: part I of the report from the Joint Task Force of the European Respiratory Society (ERS) and the European Academy of Allergy and Clinical Immunology (EAACI) in cooperation with GA2LEN. *Allergy*, 63(4), 387-403
- <sup>16</sup> Bougault, V., Turmel, J., St-Laurent, J., Bertrand, M., & Boulet, L. P. (2009). Asthma, airway inflammation and epithelial damage in swimmers and cold-air athletes. *Eur Respir J*, 33(4), 740-746.
- <sup>17</sup> Bougault, V., Turmel, J., & Boulet, L. P. (2010). Bronchial challenges and respiratory symptoms in elite swimmers and winter sport athletes: Airway hyperresponsiveness in asthma: its measurement and clinical significance. *Chest*, 138(2 Suppl), 31S-37S.
- <sup>18</sup> Moreira, A., Palmares, C., Lopes, C., & Delgado, L. (2011). Airway vascular damage in elite swimmers. *Respir Med*, 105(11), 1761-1765.
- <sup>19</sup> Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE, Pedersen OF, Peslin R, Yernault JC. Lung volumes and forced ventilatory flows. Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. *Eur Respir J Suppl* 1993; 16(5):40
- <sup>20</sup> Stanojevic S, Wade A, Stocks J, Hankinson J, Coates AL, Pan H, et al. Reference ranges for spirometry across all ages: a new approach. *Am J Respir Crit Care Med*. 2008 Feb 1; 177(3):253-60
- <sup>21</sup> ATS/ERS Recommendations for Standardized Procedures for the Online and Offline Measurement of Exhaled Lower Respiratory Nitric Oxide and Nasal Nitric Oxide, 2005. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2005;171(8):912-30.

## Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet

### ”Endringer i biomarkører og lungefunksjon hos idrettsutøvere etter fulldistanse triathlonkonkurranser”

#### **Bakgrunn og hensikt**

Det er et spørsmål til deg om å delta i en forskningsstudie for å kartlegge hvilke endringer i biomarkører og lungefunksjon som kan oppfattes som normale hos et individ etter en langvarig og hard fysisk belastning. Dette innebærer både blodprøvetaking og undersøkelse av lungefunksjon.

#### **Hva innebærer studien?**

Vil vi i samle inn blodprøver i 3 stadier av konkurransen. Første prøve tas dagen før konkurransen, deretter like etter målgang på Gaustadtoppen eller Gasutablikk og siste prøve før du reiser fra Gaustablikk. Du vil også bli spurt om å svare anonymt på et spørreskjema hvor vi ønsker å kartlegge treningsmengde siste året før konkurransen.

Lungefunksjonstester vil bli utført i forbindelse med blodprøvetakingen og innebærer at man gjennomfører en lungefunksjonstest (spirometri) samt Lungefunksjonstester vil bli utført i forbindelse med blodprøvetakingen og innebærer at man gjennomfører en lungefunksjonstest (spirometri) samt at man leverer en hosteprobe. Dette innebærer at man først vil inhalere en løsning bestående av saltvann. Denne vil føre til at man hoster opp materiale som senere vil analyseres for ulike betennelsesmarkører.

#### **Mulige fordeler og ulemper**

Blodprøvetakingen og lungefunksjonstestene vil ikke påvirke din prestasjon under konkurransen, eller resitusjonsperioden etter konkurransen. All prøvetaking vil gjøres sterilt og av en erfaren bioingeniør og lege. Lungetester vil gjennomføres av erfarne forskere fra Norsk Idrettshøyskole

Vil vi i samle inn blodprøver i 3 stadier av konkurransen. Første prøve tas dagen før konkurransen, deretter like etter målgang på Gaustadtoppen eller Gasutablikk og siste prøve før du reiser fra Gaustablikk. Du vil også bli spurt om å svare på et spørreskjema hvor vi ønsker å kartlegge treningsmengde siste året før konkurransen.

Lungefunksjonstester vil bli utført i forbindelse med blodprøvetakingen og innebærer at man gjennomfører en lungefunksjonstest (spirometri) samt Lungefunksjonstester vil bli utført i forbindelse med blodprøvetakingen og innebærer at man gjennomfører en lungefunksjonstest (spirometri) samt at man leverer en hosteprobe. Dette innebærer at man først vil inhalere en løsning bestående av saltvann. Denne vil føre til at man hoster opp materiale som senere vil analyseres for ulike betennelsesmarkører.

#### **Hva skjer med prøvene og informasjonen om deg?**

Informasjonen som registreres om deg skal kun brukes som beskrevet i hensikten med studien. Alle opplysninger vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjenning opplysninger. Dine resultater vil bli aidentifisert og en kode vil bli benyttet til å knytte dine resultater og opplysninger til deg. Resultatene vil bli lagret og bearbeidet på sykehusets forsknings-PC. Ferdigbehandlede data vil lagres i 10 år på Oslo Universitetssykehus sin forskningsserver og deretter slettes. Navnelisten med koder oppbevares ved Oslo Universitetssykehus og vil også bli slettet etter 10 år. Det er kun autorisert personell knyttet til prosjektet som har adgang til navnelisten og som kan finne tilbake til deg. Det vil ikke være mulig å identifisere deg i resultatene av studien når disse publiseres.

Prøvene som tas av deg skal oppbevares i en forskningsbiobank så lenge de analyseres. Alle prøver som tas vil merkes anonymt og vil ikke kunne knyttes tilbake til deg. Prøvematerialet vil kun brukes til

analyse av de prøver du har samtykket til at analyseres. Alt prøvemateriale vil destrueres etter bruk og vil ikke kunne brukes til andre analyser enn de prøver angitt i forskningsprosjektet.

Prøver tatt i forbindelse med dette prosjektet vil analyseres i etterkant av konkurransen og det vil derfor ikke være mulig å få svar på analyser umiddelbart. Grunnet aidentifisering vil det i ettertid ikke bli mulig for den enkelte deltaker å få tilbakemelding på sine egne prøvesvar.

### **Frivillig deltakelse**

Det er frivillig å delta i studien. Du kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke ditt samtykke til å delta i studien. Dersom du ønsker å delta, undertegner du samtykkeerklæringen på siste side. Om du nå sier ja til å delta, kan du senere trekke tilbake ditt samtykke. Dersom du senere ønsker å trekke deg eller har spørsmål til studien kan du kontakte oss.

### **Kontaktinformasjon:**

Dersom du er interessert, eller ønsker å vite mer om dette prosjektet kan du når som helst kontakte lege Maria Mathiassen, [maria.mathiassen@gmail.com](mailto:maria.mathiassen@gmail.com).

**Ytterligere informasjon om studien finnes i kapittel A – utdypende forklaring av hva studien innebærer.**

**Ytterligere informasjon om biobank, personvern og forsikring finnes i kapittel B – Personvern, biobank, økonomi og forsikring.**

**Samtykkeerklæring følger etter kapittel B**

# Kapittel A- utdypende forklaring av hva studien innebærer

## Kriterier for deltakelse

- Deltaker i Norseman Xtreme Triathlon

## Bakgrunnsinformasjon om studien:

Flere tidligere studier har konkludert med at langvarig ekstrem fysisk belastning kan føre muskelskade, systemisk inflammasjon, immunologiske endringer og økt oksidativt stress<sup>1</sup>. Muskelskade induisert av fysisk aktivitet følges av en økning i inflammatoriske mediatorer, og denne økningen ser ut til å ha en sammenheng med lengden og intensiteten av belastningen. Flere studier har de siste årene dokumentert at hard fysisk belastning kan føre til feber og mobilisering og økning både i antallet nøytrofile leukocytter og monocytter, samtidig som det cellulære immunforsvaret svekkes. Dette vil igjen kunne føre til økt mottakelighet for infeksjoner. Det har de siste årene spesielt vært fokus på cytokiner som mediatorer for disse responsene. Da spesielt interleukiner.

Ekstreme utholdenhetskonkurranser som fulldistanse triathlon og ultraløp blir stadig mer populære. Varigheten av disse konkurransene er ofte svært lang, gjerne over 12 timer og deltagerne presse kroppen til det ytterste. I noen tilfeller blir utøverne så slitne at de i etterkant må ha medisinsk hjelp på legevakt eller har behov for innleggelse på sykehus. Fra tidligere studier<sup>1</sup> er det kjent at langvarig fysisk belastning kan føre til økt nivå av klassiske inflammasjonsparametre og metabolitter i nivåer som hos vanlige pasienter vil oppfattes som svært patologiske, men referanseverdier og verdier for deltakere som ikke trenger medisinsk behandling er fortsatt lite beskrevet.

## PROSJEKTPROTOKOLL

### Detaljert beskrivelse

- Studien er del opp i 3 ulike prøvetakinger i løpet av 2 dager.
1. Prøvetaking: Eidfjord.
    - Prøvetaking vil foregå på tidlig ettermiddag før konkurransedag. Du vil møte opp på Eidfjord legekontor hvor du vil signere et samtykkeskjema og registreres med studienummer. Du vil også få et spørreskjema hvor vi registrerer høyde, vekt og treningsmengde siste året samt en del spørsmål om din tidligere helse.
    - Blodprøvetakingen vil bli gjort av lege og bioingeniør.
    - Lungefunksjonstester og hostepøver vil bli gjennomført ved at du inhalerer et ufarlig stoff som fremprovoserer hoste.
  2. Prøvetaking: Gaustatoppen/Gaustablikk.
    - Deltakere som fullfører på Gaustatoppen vil få tatt blodprøver her og man vil på nytt gjennomføre samme lungetest og hostepøve som i Eidfjord. Resterende deltagere har med målgang ved Gaustablikk gjennomfører dette ved hotellet her rett etter målgang..
    - Ved målgang Gaustatoppen vil man bruke lokalene til Gaustatoppen turisthytte (DNT).
    - Ved målgang Gaustablikk gjennomføres prøvetaking på Gaustablikk høyfjellshotell
  3. Prøvetaking: Gaustadblikk.
    - Prøvetaking gjennomføres på Gaustablikk høyfjellshotell morgenen etter konkurransen for deltagere du hjem.

## Kapittel B - Personvern, biobank, økonomi og forsikring

### Personvern

Opplysninger som registreres om deg er demografiske data som høyde, vekt, kjønn og treningsmengde siste året. I tillegg kartlegger vi en del bakgrunnsinformasjon om din helse. Dataene kodes og lagres på forsknings-PC og forskningsserveren ved Oslo Universitetssykehus. Nøkkelen for å koble ditt navn til dine data oppbevares nedlåst og er kun tilgjengelig for medarbeidere i studien. Oslo Universitetssykehus ved administrerende direktør er databehandlingsansvarlig.

### Biobank

Prøvene som blir tatt vil bli lagret i en forskningsbiobank ved Oslo universitetssykehus. Hvis du sier ja til å delta i studien, gir du også samtykke til at det biologiske materialet og analyseresultater inngår i biobanken. fysiolog dr. philos. Jonny Hisdal er ansvarshavende for forskningsbiobanken. Det biologiske materialet kan bare brukes etter godkjenning fra Regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK).

### Rett til innsyn og sletting av opplysninger om deg og sletting av prøver

Hvis du sier ja til å delta i studien, har du rett til å få innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg. Du har videre rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene vi har registrert. Dersom du trekker deg fra studien, kan du kreve å få slettet innsamlede prøver og opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner.

### Forsikring

Deltagere vil være forsikret i henhold til Norsk Pasientskadeerstatning.

### Informasjon om utfallet av studien

Ved ønske, kan du som deltaker få tilsendt resultater av egne målinger. Dersom du ønsker informasjon om dine data fra studien kan du kontakte fysiolog dr. philos. Jonny Hisdal eller stipendiat/lege Maria Mathiassen, maria.mathiassen@gmail.com

## Samtykke til deltakelse i studien

Jeg er villig til å delta i studien

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om studien

---

(Signert, rolle i studien, dato)

---



3657

Patient ID

□□ - □□□□

Centre ID

□□

# Modified AQUA<sub>2008</sub> Questionnaire for assessment of asthma, allergy and other respiratory disorders for athletes participating in the Summer Olympic Games in Beijing August 2008

Country

\_\_\_\_\_

Date of birth (Day Month Year)

□□.□□.□□□□

Age (years):

□□

Gender:  Male  Female

Weight (kg):

□□□

Height (cm):

□□□

Type of sport

Sports Association

Club

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. Have you previously participated in other types of sports on a competitive level?  Yes  No

1b. Which other kind of sport did you practice?

\_\_\_\_\_

2. How many times a week do you exercise?  3  More than 3  Daily

3. Every training session usually lasts:

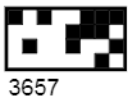
- Less than 2 hours
- 2-3 hours
- More than 3 hours

4. Are you training mainly:

- Outdoor
- Indoor
- Both

5. Did any doctor diagnose you with any of these allergic diseases?

- Asthma
- Allergic rhinitis (Hayfever)
- Allergic conjunctivitis (with eye symptoms)
- Urticaria (hives)
- Atopic eczema
- Drug allergy
- Food allergy
- Insect venom allergy (bee, wasp)
- Anaphylaxis (Allergic shock)



Patient ID

□□ - □□□□

6. Do you suspect that you suffer from allergy, independently of any medical diagnosis ?

Yes  No

7. Have you ever used anti-allergic or anti-asthma drugs ?

Yes  No

7b. If yes, which?

- Antihistamins
- Corticosteroids
- Bronchodilators
- Laukotrien antagonists (singulair)
- Allergy vaccines

8. Is there any allergic subject in your family?

Yes  No

8b. If yes, who?

- Mother
- Father
- Sibling(s) including half siblings
- Other relatives
- Children

9. Do you often have red eyes with tears and itching?

Yes  No

10. Do you often have runny, itchy nose (apart from colds):

Yes  No

11. Have you ever felt tightness in your chest and/or wheeze?

Yes  No

12. Have you ever had itchy skin eruptions?

Yes  No

13. Have you ever had severe allergic or anaphylactic reactions?

Yes  No

14. Have you ever had shortness of breath, cough and/or itching of the throat during or following exercise?

Yes  No

14b. If yes, you have more difficulties:

- At the beginning of the training session
- At the end of the training session
- During the whole training session

15. If you have suffered from any of the above, did these symptoms occur:

- Mainly outdoor
- Mainly indoor
- Indoor and outdoor equally
- Mainly in spring
- Mainly in cold or humid conditions
- All year around
- Independently of any environmental conditions





3657

Patient ID

		-			
--	--	---	--	--	--

16. Have you ever had allergic reactions to foods?

Yes  No

16b. If yes, do you remember to which food?

---

17. Have you ever had allergic reactions to drugs?

Yes  No

17b. If yes, do you remember to which drug?

---

18. Do you know that some drugs for allergic and respiratory diseases are prohibited or under restrictions by the World Anti-Doping Agency (WADA)?

Yes  No

18b. If yes, tick which substances, you think are included in this category:

- Antihistamines
- Bronchodilators
- Vasoconstrictors
- Topical corticosteroids (Nasal inhalers, eye droplets, dermatological preparations)
- Inhaled corticosteroids
- Injected or oral corticosteroids

19a. Do you think that anti-allergic and/or respiratory drugs may:

Reduce performance  Improve performance  Don't affect performance

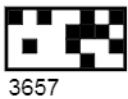
19b. Do you think that anti-allergic and/or respiratory drugs may be in conflict with anti-doping regulations?

Yes  No

20. Have you used more than three courses of any of these drugs during the last year?  Yes  No

20.b.. If yes, tick which category of drugs you did use:

- Antibiotics
- Anti inflammatory drugs
- Pain reducing drugs
- Drugs for reducing fever
- Others, which....



Patient ID

Two boxes for patient ID, separated by a hyphen, followed by two more boxes.

21. Have you used any other (except anti-asthma/anti-allergic) drug during the last week?

Yes  No

21 b. If yes, which drug?

Horizontal line with tick marks for writing the drug name.

22. Do you frequently suffer from upper respiratory infections (pharyngitis, colds, otitis media, tonsillitis, laryngitis) or fever?

Yes  No

22 b. If yes, are these infections more frequent during periods when you train more often than usual or during overtraining periods?

Yes  No

23. Have you suffered from recurrent labial herpes?

- Never
- 1-3 times
- More than 3 times

24. How many times during the last year were you unable to train because of infections?

- Never
- 1-3 times
- More than 3 times

25. If you have respiratory symptoms, which?

- Episodes of heavy breathing
- Wheeze
- Cough
- Phlegm, expectorate

26. Does this occur?

a. During exercise / training / competition:

Yes  No

b. During colds

Yes  No

c. After contact with animals, pollens, others:

Yes  No

27. With respiratory symptoms and dyspnoea related to exercise, when and how?

a. During maximum exercise

Yes  No

b. After the exercise:

Yes  No

c. In the afternoon, after training and/or competition:

Yes  No



3657

Patient ID

		-		
--	--	---	--	--

28. When you have these respiratory symptoms?

- a. Is it difficult to inhale  Yes  No
- b. Is it difficult to exhale  Yes  No
- c. Both:  Yes  No

29. Do the respiratory symptoms / dyspnoea occur?

- Outdoors
- Indoors
- Both outdoors and indoors

30. How often do you have heavy breathing?

- Daily
- Several times a week
- Weekly
- Monthly
- More rarely

31. Does your respiratory symptoms increase with simultaneously?

- Low temperatures, cold air inhaled
- Fog

32. Do the respiratory symptoms have impact on your sports performance?

- Yes  No

33. Do you have symptoms from eyes or nose?

- Yes  No

34 a. Do you smoke?

- Yes  No

34 b. If yes, how many cigarettes a day?

- Less than 5
- 5-20
- More than 20

35. Do you use snus?

- Yes  No

36. Do you use any foods supplements (vitamins, amino acids, creatine)?

- Yes  No