



UiT Norges arktiske universitet

Idrettshøgskolen

Er det en relasjon mellom prestasjonene i langrennssporet og tester som gjøres i laboratorium blant kvinnelige og mannlige junior langrennsløpere?

Henriette Mikkelsen Suhr

Masteroppgave i idrettsvitenskap - IDR-3901 - desember 2022

Forord

Å skrive denne masteroppgaven har vært mer krevende og langvarig enn først antatt. Med full jobb, husbygging, graviditet og til slutt en fødsel, ble skrivingen av denne oppgaven utsatt med et helt år. Og nå kunne levere en oppgave 3 år etter jeg startet på masterstudie, er veldig tilfredsstillende.

Utsettelse av innlevering førte også til to veiledere underveis i prosjektet. Tusen takk til Tor Oskar Thomassen for all hjelp og veiledning med å komme i gang. Takk for hjelp til å peile meg i riktig retning for hvordan denne masteroppgaven kunne gjennomføres under en pandemi.

Siste året og under største delen av skriveprosessen kom Tore Christoffersen inn som et friskt pust. Tusen takk for gode innspill og støtte underveis.

Min mann, øvrig familie og venner, tusen takk for at dere har heiet på meg, og støttet opp om å komme i mål til slutt.

Henriette Mikkelsen Suhr

Alta, mai 2023

Sammendrag

Tittel: Er det en relasjon mellom prestasjonene i langrennssporet og tester som gjøres i laboratorium blant kvinnelige og mannlige junior langrennsløpere?

Formål: Formålet med denne studien var å undersøke om det var en korrelasjon mellom konkurranseprestasjoner blant junior langrennsløpere og ulike laboratoriemålte variabler. Er det en samvariasjon mellom laboratoriefunn og en utøvers prestasjon i langrennssporet? Finner vi de samme trendene blant junior-langrennsløpere som tidligere forskning har funnet blant seniorløpere på nasjonalt og internasjonalt nivå?

Metode: Dette masterprosjektet er et observasjonelt tverrsnitt studie hvor jeg brukte tidligere testresultater fra juniorløpere i aldersgruppen 16 til 19 år på nasjonalt, regionalt og lokalt nivå. Variabler fra laboratorietester ($V_{O_{2maks}}$, fart ved AT, fart ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, prosent av maksimal hjerterefrekvens ved AT, maksimal ventilasjon) og resultater fra langrenns konkurranser ble undersøkt med korrelasjonsanalyse. Resultatene fra langrennsløypa er basert på FIS-poeng.

Resultat: Prosjektet inkluderer 22 juniorløpere, hvorav 5 jenter og 17 gutter. Deltakerne hadde en gjennomsnittsalder på 17,5 år. Det var moderat, statistisk signifikant negativ korrelasjon mellom FIS-poeng og fart ved AT ($r = -0.61$), og FIS-poeng og fart ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ($r = -0.64$) for utvalget som helhet.

Konklusjon: Resultatene viste en relasjon mellom FIS-poeng og fart og submaksimale målinger hos alle utøverne og guttene isolert. Jentene isolert viste en relasjon mellom FIS-poeng og prosent av maksimal hjerterefrekvens ved AT. Resultatene viser at det er relasjoner mellom prestasjonen i langrenn og enkelte variabler fra testing i laboratorium. Spesielt ser det ut som den aerobe utholdenheten i langrenn har stor betydning for prestasjonen hos juniorlangrennsløpere.

Nøkkelord: VO_{2maks} , Terskel, Langrenn, Junior

Innholdsfortegnelse

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introduksjon | 1 |
| 1.1 | <i>Langrenn</i> | 1 |
| 1.2 | <i>Problemstilling</i> | 2 |
| 2 | Teori | 4 |
| 2.1 | <i>Fysiologiske forutsetninger for utholdenhet i langrenn</i> | 4 |
| 2.1.1 | Lungene | 4 |
| 2.1.2 | Hjerte | 6 |
| 2.1.3 | Blodet | 8 |
| 2.1.4 | Musklene | 10 |
| 2.2 | <i>Langrennssportens utvikling</i> | 11 |
| 2.2.1 | Løypeprofil | 12 |
| 2.2.2 | Utstyr | 12 |
| 2.2.3 | Løypekjøring | 13 |
| 2.2.4 | Stilart | 13 |
| 2.2.5 | Konkurranser og konkurranseformer | 13 |
| 2.2.6 | Trening | 14 |
| 2.2.7 | Testing | 15 |
| 2.2.8 | Kvinner i norsk idrett | 16 |
| 2.3 | <i>Arbeidskrav</i> | 16 |
| 2.3.1 | Utholdenhet | 17 |
| 2.3.2 | Styrke | 19 |
| 2.3.3 | Teknikk | 20 |
| 2.3.4 | Taktikk | 20 |
| 2.4 | <i>Testing av utholdenhet</i> | 21 |
| 2.4.1 | Maksimalt oksygenopptak | 21 |
| 2.4.2 | Laktatprofil | 22 |
| 2.5 | <i>Tidligere forskning</i> | 22 |
| 3 | Metode | 25 |
| 3.1 | <i>Studiedesign</i> | 25 |
| 3.2 | <i>Forsøkspersoner</i> | 25 |
| 3.3 | <i>Prestasjonstestene</i> | 26 |
| 3.3.1 | Testprotokoller | 26 |
| 3.3.2 | Standardisering | 26 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.3.3 | Laktatprofil løping | 27 |
| 3.3.4 | VO ₂ maks-test løping | 27 |
| 3.3.5 | Prestasjon i konkurranse | 28 |
| 3.4 | Utstyr | 28 |
| 3.5 | Statistisk analyse | 29 |
| 3.6 | Etikk | 29 |
| 4 | Resultat | 30 |
| 4.1 | Karakteristikk av deltakere | 30 |
| 4.2 | Samvariasjon mellom variabler og FIS-poeng | 32 |
| 5 | Resultatdiskusjon | 37 |
| 5.1 | Viktigste funn | 37 |
| 6 | Metodediskusjon | 41 |
| 7 | Konklusjon | 45 |
| | Referanser | 47 |
| | Vedlegg | 50 |
| | Godkjenning av NSD | 51 |
| | Samtykke testing | 52 |
| | Testhefte | 53 |

Tabelliste

| | | |
|------------------|---|----|
| Tabell 1: | Deltakernes karakteristikk | 30 |
| Tabell 2: | Korrelasjonskoeffisienter (Spearman's rho) mellom ulike målte variabler og FIS-poeng, kvinnelige og mannlige juniorutøvere (n=22) | 32 |
| Tabell 3: | Korrelasjonskoeffisienter (Spearman's rho) mellom ulike målte variabler og FIS-poeng, mannlige juniorutøvere (n=17) | 33 |
| Tabell 4: | Korrelasjonskoeffisienter (Spearman's rho) mellom ulike målte variabler og FIS-poeng, kvinnelige juniorutøvere (n=5) | 35 |

Figurliste

| | |
|---|----|
| Figur 1: Lungene. Starter med luftrøret som forgreiner seg i mindre og mindre grener og ender i klaser med alveoler (Store Medisinske Leksikon, 2021). | 5 |
| Figur 2: Nærbilde av alveoler med kapillærnett (Store Medisinske Leksikon, 2022). | 6 |
| Figur 3: Hjertet sett forfra med navn på de fire kamrene (Norsk Helseinformatikk, 2020) | 8 |
| Figur 4: Plot av sammenhengen mellom fart ved målte 4 mmol [la] og FIS-poeng, kvinnelige og mannlige juniorutøvere (n =22)..... | 33 |
| Figur 5: Plot av sammenhengen mellom fart ved målte 4 mmol [la] og FIS-poeng, mannlige juniorutøvere (n =17) | 34 |
| Figur 6: Plot av sammenhengen mellom hjerterefrekvens ved anaerob terskel og FIS-poeng, kvinnelige juniorutøvere (n =5)..... | 36 |

1 Introduksjon

1.1 Langrenn

Langrennshistorien i Norge strekker seg langt tilbake i tid. Det som blir regnet som verdens første offisielle langrenn ble arrangert i Tromsø i 1843. Dette var ikke første gang det ble gått skirenn i Norge eller i andre land, men denne fem kilometer lange fellesstarten er den første konkurransen som ble nedfelt skriftlig. Bakgrunnen for arrangementet var at skigåing var bra for helsen (Sandbakk & Tønnessen, 2012).

I dag er langrenn omtalt som vår nasjonalsport, og utviklingen har vært stor siden skisporten vokste frem på 1860-tallet. Norge var da i union med Sverige, og behovet for en god vinterhær med sterke skiløpere var en av årsakene bak at sporten vokste frem (Sandbakk & Tønnessen, 2012). Mye har endret seg siden den gang, og i dag har et fåtall personer i Norge langrenn som deres primærjobb, hvor de kan bruke hver eneste time i døgnet for å bli en best mulig langrennsløper. Enda flere jobber mot det samme målet, men med en sekundær inntektskilde ved siden av.

Langrennsløpere er betegnet som sliterne i norsk idrett; de er seige, gir seg aldri, og lever og trener i naturen (Sandbakk & Tønnessen, 2012). Kravet om hardt arbeid over lang tid gjelder fortsatt, og langrenn er og vil alltid være en utholdenhetsidrett. Nytt utstyr, nye øvelser og bedre utarbeidete løyper gjør kravene til langrenn enda mer spesifikke i dag enn tidligere, men fortsatt regnes den aerobe utholdenheten som den mest avgjørende faktoren (Sandbakk & Tønnessen, 2012).

Den beste testen på at treningen som blir lagt ned fungerer, er resultater i konkurranser. Men når konkurransesesongen er i gang, er det ofte for sent å gjøre endringer i treningen. Konkurranser viser heller ikke hva som er en utøvers sterke og svake sider, bare hva totalen er. Systematisk og regelmessig testing underveis i oppkjøringen til en ny sesong er derfor et godt verktøy for å sjekke om treningen fungerer som ønsket (Sandbakk & Tønnessen, 2012). Det gir en sterkere grad av kontroll, og bidrar til motivasjon og målbevissthet blant utøvere. Siden aerob utholdenhet er den enkeltfaktoren med størst betydning for prestasjon i langrenn, er dette ferdigheten som er mest hensiktsmessig å teste (Sandbakk & Tønnessen, 2012). På 1980- og 90-tallet brukte langrennsløpere ofte standardiserte intervalløker i motbakke for å teste den aerobe utholdenheten. Fra 2000-tallet ble det imidlertid mer vanlig å ta i bruk

tredeemølle eller en stor rullestemølle for å gjennomføre testingen (Sandbakk & Tønnessen, 2012). Parallelt med dette gjorde utvikling av kunnskap og måleteknologi at standardiserte tester som laktatprofiltest og maksimalt oksygenopptak ble vanlige tester for aerob utholdenhet, og brukes i dag stort sett av alle eliteløpere i langrenn. Likevel er det et spørsmål om denne standardiseringen og målemetodene fanger kompleksiteten som det å prestere i langrenn er.

Sammenhengen mellom langrennsprestasjon og tester i laboratorium har blitt beskrevet i flere studier (Laaksonen et al., 2020), (Ingjer, 1991). Laaksonen med flere (2020) så på hvilke laboratoriebaserte faktorer som best kunne forutsi prestasjon hos kvinnelige og mannlige skiskyttere (Laaksonen et al., 2020). Langrennsdelen i skiskyting kan regnes som en intervallpreget utholdenhetsdisiplin, og mange av faktorene som påvirker resultatet er derfor likt vanlig langrenn. Resultatene i denne studien viste at oksygenopptaket ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ laktat og arbeidsøkonomi er viktig for langrennsprestasjonen, spesielt hos kvinner. Et annet studie gjort av Ingjer, så på hvordan maksimalt oksygenopptak kunne predikere prestasjonen i langrenn (Ingjer, 1991). Her viste det seg at korrelasjonen mellom $\text{VO}_{2\text{maks}}$ og prestasjon var signifikant høyere hos utøvere på verdensklasse nivå enn hos andre eliteløpere.

Studiene av Laaksonen (2020) og Ingjer (1991) undersøkte i hovedsak seniorløpere på internasjonalt nivå. Ut ifra min kunnskap og gjennomgang av litteratur fins det få studier som undersøker yngre juniorutøvere, inkludert løpere på et regionalt og lokalt nivå. Likevel vet vi at mange team og klubber rundt om i landet bruker laboratorium til testing av juniorløpere på nasjonalt og lokalt nivå. Derfor er det interessant å undersøke om denne testingen har noe hensikt for denne gruppen.

Med bakgrunn i innledningen har jeg endt opp med følgende problemstilling:

1.2 Problemstilling

Denne oppgavens problemstilling er:

Er det en relasjon mellom prestasjonene i langrennssporet og tester som gjøres i laboratorium blant kvinnelige og mannlige junior langrennsløpere?

Opgavens formål:

Formålet med denne oppgaven var å undersøke om det var en korrelasjon mellom prestasjonene junior langrennsløpere viser i konkurranser og ulike laboratoriemålte variabler. Videre har jeg utformet to underproblemstillinger:

1. *Er det noen spesifikke testvariabler som gir større relasjon enn andre?*
2. *Er det forskjell mellom kjønn?*

2 Teori

For å gi en oversikt over kunnskapsområdet innenfor langrennstrening vil jeg først i teorikapittelet gå inn på de fysiologiske forutsetningene for utholdenhetstrening, da dette vil skape en bedre forståelse for videre teori. Deretter vil jeg gå inn på langrennssportens utvikling, som videre fører til arbeidskravene idretten stiller i dag. Til slutt utdyper jeg litt om testing av utholdenhet og går nærmere inn på hva tidligere forskning sier.

2.1 Fysiologiske forutsetninger for utholdenhet i langrenn

Alle utholdenhetsidretter med en varighet på mer enn 3 minutter vil være avhengig av det maksimale oksygenopptaket. I følge Tjelta et al (Enoksen et al., 2013) er det to ting som bestemmer prestasjonen i denne typer idretter: Hvor mye oksygen man kan ta opp, og hvor effektivt man bruker dette oksygenet. Oksygen transporteres til muskelcellene våre for å brukes i forbrenning av næringsstoffene og omsette disse til energi. Til denne transporten har vi flere systemer som arbeider i lag. Jeg vil nå gå nærmere inn på hvordan lungene, blodet og hjertet påvirker utholdenhetstrening.

2.1.1 Lungene

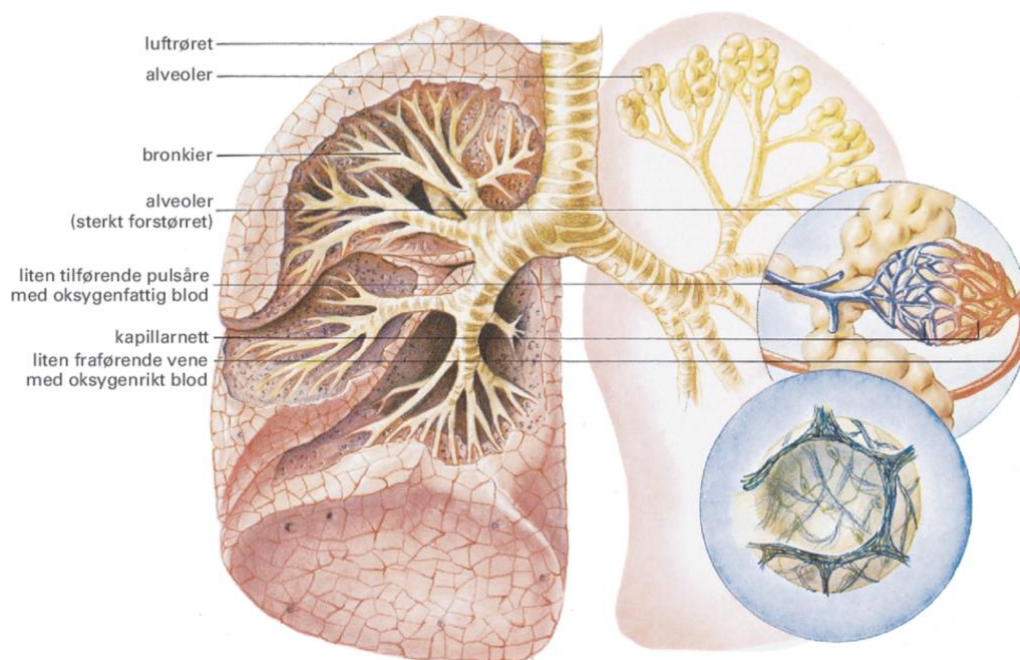
I lungene foregår en utveksling av O₂ (oksygen) og CO₂ (karbondioksid) mellom kroppen og omgivelsene når vi puster inn luft. Luften vi trekker inn transporteres via luftveiene og bronkiene til mindre og mindre luftrør som deler seg i mindre grener inn i hver av lungene, for til slutt å ende i klaser med lungeblærer (alveoler). Lungene er omringet av millioner av alveoler rundt luftrørgreinene. Alveolene har tynne vegger, og utenpå et nettverk av tynne blodårer som vi kaller kapillærer. De tynne veggene med blodårer rundt sørger for en gassutveksling (diffusjon) der oksygenet som vi pustet inn går fra alveolene og inn i blodårene, og CO₂ motsatt vei. Denne gassutvekslingen er lungenes viktigste funksjon (Frøyd, Gjerset, et al., 2015).

Når gassutvekslingen er gjennomført, og oksygenet er kommet over i blodet, fester oksygenet seg til proteinmolekylet hemoglobin for videre transport (Frøyd, Gjerset, et al., 2015). Når blodet fylles med oksygen sier vi at hemoglobinmolekylene mettes med oksygen.

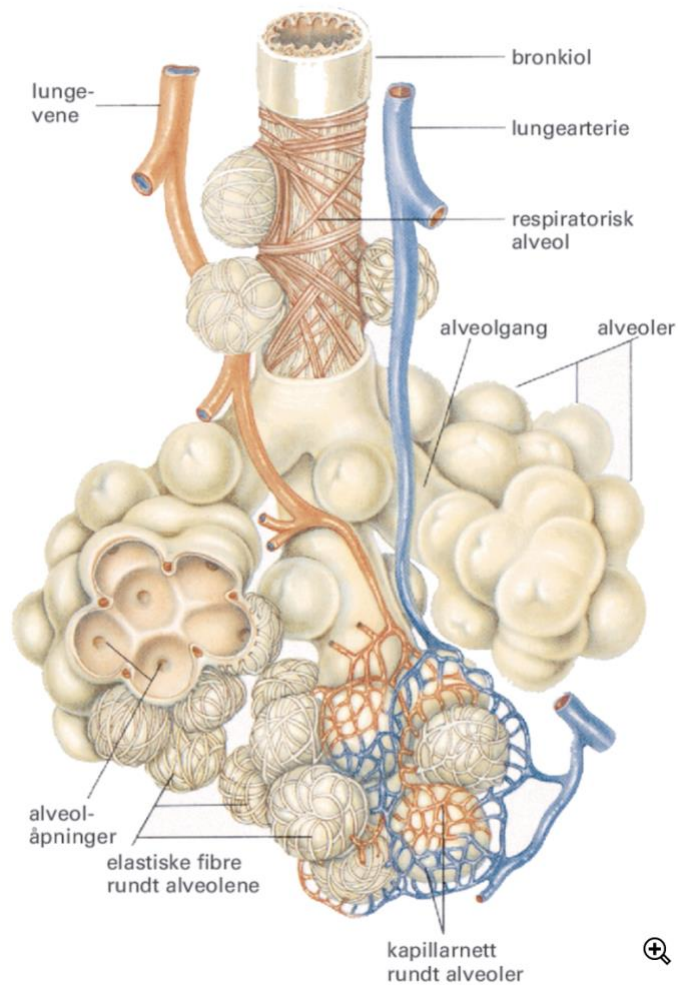
Metningsgraden sier noe om hvor mye oksygen blodet klarer å binde til seg, og denne metningsgraden er på 95-98 prosent når den forlater lungene. I hvile og ved lave belastninger er metningsgraden høy, også reduseres den noe med økende belastning (Hallén et al., 2022).

Hvor mye luft vi puster (ventilasjonen) øker i takt med arbeidsbelastningen. Forholdet som sier noe om hvor mye luft vi puster for hver liter oksygen vi tar opp kaller vi ventilatorisk ekvivalent. Øker vi belastningen når vi trener trenger vi å puste inn mer luft per minutt for å opprettholde metningsgraden av oksygen (Hallén et al., 2022). For godt trente individer spesielt, kan lungefunksjonen være en begrensende faktor (Dempsey & Wagner, 1999). Dette er ikke fordi lungene til godt trente utøvere er dårligere, men fordi kravet til transport av oksygen er mye høyere hos godt trente. Lungene har altså en maksimal kapasitet til å overføre oksygen til blodet, og denne øker sannsynligvis ikke med trening (Hallén et al., 2022).

Videre transporteres det oksygenrike blodet til hjertet. Her kommer det først inn i hjertets venstre forkammer. Gjennom klaffen går blodet over til venstre hjertekammer, som deretter pumper blodet rundt i kroppen gjennom arteriene og ut i kapillærene i ulike deler av kroppen. Her blir oksygenet tatt opp i muskelfibrene for å gi energi til de arbeidende musklene. Nedbrytningsproduktet etter energiprosessen i musklene (deriblant CO₂) går tilbake til blodet og transporteres med det oksygenfattige blodet via venene tilbake til hjertets høyre forkammer, for deretter å pumpes videre til lungene gjennom høyre hjertekammer. Når blodet passerer lungene igjen går CO₂ tilbake inn i lungene, og vi puster dette ut. Slik gjentas sirkulasjonen ved at vi igjen puster inn nytt oksygen (Frøyd, Gjerset, et al., 2015).



Figur 1: Lungene. Starter med lufttrøret som forgreiner seg i mindre og mindre grener og ender i klaser med alveoler (Store Medisinske Leksikon, 2021).



Figur 2: Nærbilde av alveoler med kapillærnett (Store Medisinske Leksikon, 2022).

2.1.2 Hjerte

Hjertet er «pumpen» som driver blodet rundt i kroppen (Enoksen et al., 2013). Hos en voksen person er hjerte på størrelse med en knyttneve, og dens viktigste oppgave er å pumpe blodet rundt i det store og det lille kretsløpet (Frøyd, Gjerset, et al., 2015).

«Hjertet er delt inn i to halvdelar på langs med en kraftig skillevegg imellom» (Frøyd, Gjerset, et al., 2015, p. 284). Hver halvdel er igjen delt i to, med forkammer øverst og hjertekammer under. Det er altså fire kamre; høyre forkammer, høyre hjertekammer, venstre forkammer og venstre hjertekammer. Den kraftige skilleveggen mellom venstre og høyre hjertehalvdel gjør at blodet ikke kan strømme direkte fra høyre til venstre hjertehalvdel. Mellom forkamrene og hjertekamrene er det klaffer som sørger for at blodet kun kan strømme en vei; fra forkamrene til hjertekamrene (Frøyd, Gjerset, et al., 2015). Når hjertemuskelen

trekker seg sammen pumpes blodet fra hjertet via blodårene ut i kroppen. De to kretsløpene gjør at det i praksis er to pumper som pumper blod ut, en til lungene og en til musklene i kroppen (Hallén et al., 2022)

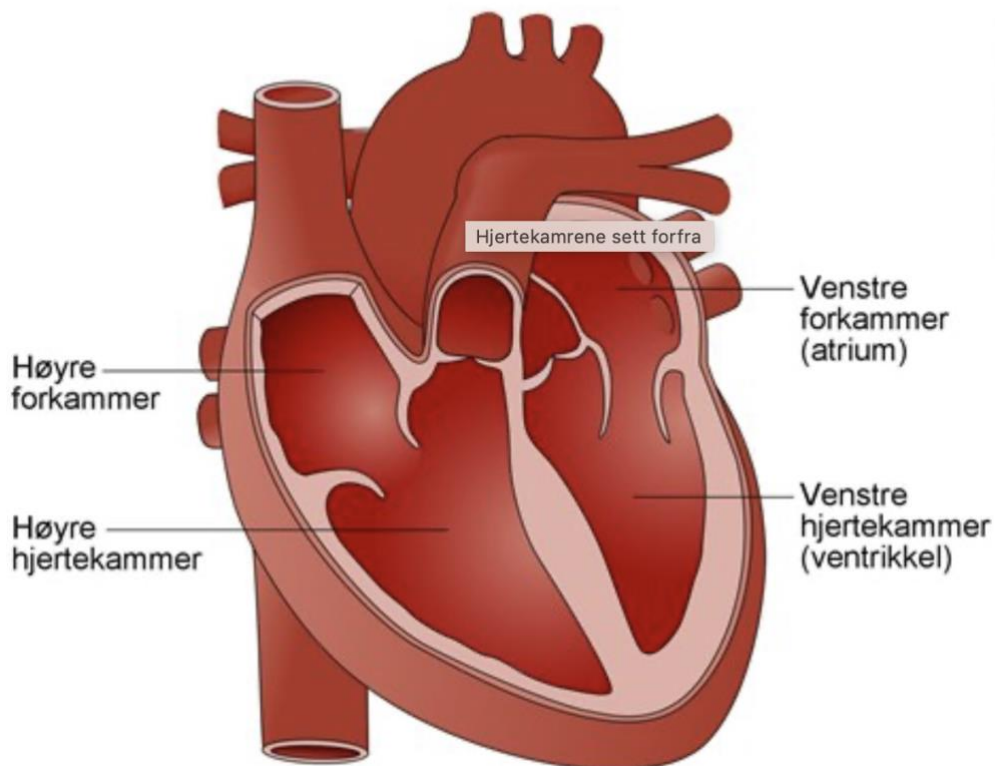
For hver gang hjertet trekker seg sammen pumpes det en viss mengde blod ut i kroppen, denne mengden kaller vi slagvolumet (SV). Slagvolumet er svært forskjellig mellom personer som trener og personer som ikke trener. I følge Stratton med flere (1994) har personer med høyest målte maksimalt O₂-opptak også høyest slagvolum både i hvile og under arbeid (Stratton et al., 1994). Av de faktorene som påvirker det maksimale oksygenopptaket er SV den som varierer mest fra person til person og den som kan påvirkes mest av trening (Levine, 2008). For en person som ikke trener kan slagvolumet i hvile være på 70 ml, mens det kan være 150 ml for en svært godt trent person. Minuttvolumet (MV) er mengden blod som hjertet pumper ut i løpet av et minutt. MV er produktet mellom slagvolum og hjertefrekvens (Hallén, 2004).

Hjertefrekvensen (HF) i hvile kan reduseres med trening. Likevel er det ikke slik at de med lavest hjertefrekvens i hvile nødvendigvis er best trent, da hjertefrekvensen i hvile i stor grad er medfødt. Maksimal hjertefrekvens er også medfødt, men denne kan i liten grad påvirkes av trening. Maksimal hjertefrekvens reduseres dessuten med alderen, i gjennomsnitt 7 slag/min per tiår (Tanaka et al., 2001).

Hjertets pumpekapasitet (MV) er en viktig faktor for evnen til å ta opp oksygen til de arbeidende musklene (Frøyd, Gjerset, et al., 2015). Ettersom maksimal hjertefrekvens endrer seg lite med trening (Zavorsky, 2000), vil forbedring av maksimalt MV først og fremst skyldes økning av hjertets SV (Naylor et al., 2008). Ved trening blir hjertemuskel sterkere og kan pumpe ut mer blod for hver sammentrekning, dette gjør at SV øker. Ifølge undersøkelser som er gjort har godt trente personer tykkere hjertemuskel. Dette påvirker hjertets tømningsevne fordi kontraksjonskraften og hjertets styrke økes (Hallén et al., 2022).

Når vi trener øker oksygenkravet fra musklene, og dermed øker også MV for å transportere nok blod til de ulike organene i kroppen (Sand et al., 2014). Dette skjer først og fremst ved at HF øker. SV øker også, men i mindre grad. Ved maksimal utholdenhetspreget arbeid kan MV øke til 30-40 liter per minutt for svært godt utholdenhetspreget utøvere (Bassett & Howley, 2000).

HF og SV er ulikt fra person til person avhengig av arv, trening og andre forhold, både i hvile og under arbeid. Selv om HF i hvile (hvilepuls) blir lavere etter god utholdenhetstrening, kan det ikke settes likhetstegn med at personer med lav hvilepuls er bedre trent enn personer med høyere hvilepuls (Frøyd, Gjerset, et al., 2015).



Figur 3: Hjertet sett forfra med navn på de fire kamrene (Norsk Helseinformatikk, 2020)

2.1.3 Blodet

Blodet er neste ledd i oksygentransportkjeden. Hos en voksen person utgjør blodvolumet omtrent 5 liter hos menn og 4 liter hos kvinner, og øker ved utholdenhetstrening (Greenleaf, 1984; McArdle et al., 2015). Blodvolumet kan være over 10 liter hos en svært godt trent mannlig utholdenhetsutøver. Økt blodvolum kan transportere mer oksygen, og dermed forbedre evnen til utholdenhet (Frøyd, Gjerset, et al., 2015)

Som tidligere nevnt sirkulerer blodet i to kretsløp, det store- og det lille kretsløpet. Det store kretsløpet starter fra hovedpulsåren aorta som går fra hjertets venstre hjertekammer. Aorta

forgreiner seg i arterier (mindre pulsårer) som frakter det oksygenrike blodet ut til musklene rundt i kroppen. Arteriene forgreiner seg i enda mindre og tynnere nettverk av blodårer kalt kapillærer, og det er her gassutvekslingen mellom O₂ og CO₂ foregår. Kapillærene omringer muskelfibrene hvor trykket er så lavt og veggene så tynne at utvekslingen kan foregå. Oksygenet diffunderer inn i muskelcellene, mens CO₂ diffunderer fra muskelcellene og inn i blodet. Venene kalles blodårene som fører blodet tilbake til hjertes høyre forkammer med det oksygenfattige blodet, og avslutter det store kretsløpet. Det lille kretsløpet går fra hjertets høyre hjertekammer til lungene med oksygenfattig blod, og videre til hjertets venstre forkammer med oksygenrikt blod (Frøyd, Gjerset, et al., 2015).

Blodet består i hovedsak av 45 % blodlegemer (røde blodceller, hvite blodceller og blodplater) og 55 % blodplasma. Plasma er væske som inneholder blant annet næringsstoffer og salter. Blodceller utgjør normalt 40-45 % av blodet, og dette kaller vi hematokrit. Vi har røde og hvite blodceller. De røde utgjør mer enn 99 % av blodcellene og deres hovedoppgave er å transportere oksygenet (O₂). De resterende hvite er en del av vårt immunforsvar, og er viktig for kroppens immunforsvar. Både de røde og hvite blodcellene har kort levetid (Wilmore et al., 2008), og det forgår derfor en kontinuerlig nydannelse av blodceller. De røde blodcellene inneholder store mengder hemoglobin (Hb). Hemoglobinet inneholder jern, og det er jernatomene som kjemisk binder til seg O₂. Ved høyt oksygentrykk, som ved lungealveolene, binder hemoglobinet til seg oksygenet. Og ved lavt trykk i kapillærene, avgis oksygenmolekylene. Denne bindingen og avgivelsen er viktig for transporten av oksygenet (Frøyd, Gjerset, et al., 2015). I en liter blod er det normalt 120-160 gram Hb, dette tallet kaller vi «Hb-konsentrasjonen». Hvert gram Hb kan binde 1,39 ml O₂. I en liter blod med Hb-konsentrasjon på 150 g/l vil det altså kunne bindes om lag 200 ml O₂ når alle jernatomene er bundet til oksygen. Når dette er tilfellet sier vi at blodet er 100 % mettet med O₂ (Hallén et al., 2022).

Hb-konsentrasjonen er altså avgjørende for hvor mye oksygen blodet kan transportere. Likevel viser forskning at de med høy Hb-konsentrasjon ikke har en fordel fremfor de med lav (Enoksen et al., 2013). To gode langdistanseløpere med samme VO_{2maks} kan ha svært ulik Hb-konsentrasjon. Løperen med lavest Hb-konsentrasjon vil «kompensere» ved at hjerte pumper mer blod og dermed blir O₂ leveransen til musklene omtrent likt. Økes imidlertid Hb-konsentrasjonen hos utøveren med lavest nivå, kan blodet frakte mer O₂, og dermed øke transportkapasiteten og VO_{2maks}. Dette er grunnen til at bloddoping fungerer, og delvis også for at høydetrening virker (Frøyd, Gjerset, et al., 2015).

Blodet er også viktig for kroppens varmeregulering ved utholdenhetstrening.

Overskuddsvarme fra musklene som arbeider blir transportert til blodårene ytterst i huden, hvor den avgis (Frøyd, Gjerset, et al., 2015).

2.1.4 Musklene

Langrenn er i tillegg til å være en av de mest krevende utholdenhetsidrettene, også en idrett med en svært kompleks biomekanikk (Pellegrini et al., 2018). Fremdriftskraften produseres av muskulaturen i både over- og underkroppen, for videre å overføres til bakken via ski og staver. Dette involverer en firbent gangart, som er ganske uvanlig for tobente mennesker (Pellegrini et al., 2018)

En muskel som arbeider hardt trenger mye oksygen (Frøyd, Gjerset, et al., 2015). Hvor mye oksygen som fraktes rundt i blodet bestemmes av blodets Hb-konsentrasjon, lungenes evne til å mette Hb med O₂ og pumpekapasiteten til hjertet. Som nevnt er det omtrent 200 ml oksygen i blodet når det passerer musklene. Måler vi hvor mye oksygen det er igjen etter muskelen har tatt opp oksygen, kan vi vurdere hvor mye O₂ musklene klarer å utnytte (Hallén et al., 2022). Hos en utrent person som arbeider hardt er det omtrent 40 ml oksygen per liter blod igjen når blodet har passert muskelen, mens hos en svært godt trent person er det omtrent 15 ml oksygen per liter blod igjen (Skattebo et al., 2020). Trening øker musklenes kapasitet til å ta opp oksygen, og derfor vil godt trente utøvere klare å ta opp mer av oksygenet i musklene enn utrente (Calbet et al., 2005).

Et stort nettverk av kapillærer rundt hver enkelt muskelfiber er viktig for god næringstilførsel og oksygentransport til musklene. Når hemoglobinet har gitt fra seg oksygenet, er det proteinet myoglobin som videre tar seg av lagringen og frakter oksygenet inn i muskelfibrene. Myoglobin finnes rundt omkring i cytoplasma (væsken i cellene), men først og fremst rundt mitokondriene som regnes som muskelfibrenes kraftstasjon. Den aerobe energifrigjøringen foregår i mitokondriene, mens den anaerobe energifrigjøringen skjer i musklenes cytol. Det totale volumet av mitokondrier er viktig for den aerobe energifrigjøringen, og en enkelt muskelfiber kan inneholde flere tusen av dem (Frøyd, Gjerset, et al., 2015).

Energiomsetningen i muskelfibrene trenger også enzymer. Økning av antall enzymer vil sørge for at energiomsetningen går raskere. Blant annet vil aerobe enzymer øke hastigheten på nedbrytingen og forbrenningen av næringsstoffer i den aerobe energiomsetningen. På samme

måte er anaerobe enzymer viktig for den anaerobe energiomsetningen (Frøyd, Gjerset, et al., 2015).

Muskelfibrenes egenskaper er innenfor en og samme motoriske enhet nokså like, men de varierer relativt mye fra en motorisk enhet til en annen. De kontraktile egenskapene til muskelfibrene bestemmes hovedsakelig av hvilket myosin isoform (ulike varianter av samme hovedprotein) muskelfibrene har. Vanligvis beskrives det en tredeling av muskelfibertyper: type 1-, type 2A- og type 2X-fibre. Egenskapene til de ulike fibrene skiller seg ved at type 1-fibrene er langsomme men svært utholdende, type 2X-fibrene er raskere, men blir fort trøtte og type 2A-fibrene er nesten like raske som 2X men er i tillegg mer utholdende (Frøyd, Gjerset, et al., 2015).

På grunn av blant annet større tetthet av mitokondrier og flere kapillærer omkring muskelfibrene har type 1-fibrene en høyere evne til å omsette oksygen enn type 2-fibrene. Flere blodårer i form av et større kapillærnett gjør at mer blod kan passere forbi muskelfibrene, og oksygenet får mer tid til å diffundere. Flere kapillærer gjør også at avstanden mellom mitokondriene og de røde blodcellene som binder oksygenet blir mindre, og gir derfor en raskere utveksling. Sammensettingen av fibertyper er hovedsakelig arvelig bestemt og ulikt fra individ til individ. Likevel ser vi at topputøvere i utholdenhetsidretter har overvekt av type 1-fibre (Saltin et al., 1977).

2.2 Langrennssportens utvikling

Langrenn har vært en olympisk begivenhet siden de første olympiske vinterlekene i Chamonix i Frankrike i 1924. Fra vinterlekene i 1924 til vinterlekene i Sør-Korea i 2018, er langrenn sannsynligvis den sporten som har hatt størst utvikling. Nye konkurranseformer, forbedring av utstyr, bedre utarbeidede løyper og store endring i teknikk (Pellegrini et al., 2018). Norge er i dag en av de ledende nasjonene i sporten, en av grunnen til dette kan være at det brukes mer økonomiske ressurser på elite langrenn i dag enn tidligere (Sandbakk & Tønnessen, 2012).

Jeg vil videre gå inn på hvordan langrennssporten har utviklet seg, og hvordan dette påvirker måten dagens utøvere trener for å bli best mulig.

2.2.1 Løypeprofil

Det finnes regler for langrennsløyper som er utarbeidet av FIS og håndhevet av løypeleggere (Gotaas, 2010). Ifølge manualen til Fédération International de Ski skal en langrennsløype teste utøverens tekniske og fysiske evner (Pellegrini et al., 2018). Løypa skal gi jevne overganger med omtrent like mye motbakke, nedoverbakker og flatt terreng. Tidligere var løypene ofte én lang runde, mens de siste årene har løypene blitt gjort om til kortere runder som løperne gjennomfører flere ganger. Grunnen er å gjøre løypene mer publikumsvennlig ved at tilskuerne får sett løperne flere ganger, samtidig som dette gjør løypene mer TV- og mediavennlige (Pellegrini et al., 2018).

2.2.2 Utstyr

Ekström (2018) har beskrevet langrenn som «et forhold mellom menneske, utstyr og miljø, og alle disse forholdene bør tilpasses hverandre for å oppnå et optimalt resultat» (Ekström, 1980). En langrennsløpers fremdrift bestemmes av en balanse mellom fremdriftskraft og motstandskrefter. Motstandskrefter kan for eksempel være luftmotstand og friksjon mellom ski og snø. Dermed vil utvikling av bedre utstyr være med på å minimere motstandskraften og øke fremdriften. På grunn av langrenns kompleksitet mellom hastighet og terreng, har utstyr en stor innvirkning på hastigheten i sporet (Pellegrini et al., 2018).

Langrennsskiene var opprinnelig laget av tre, men etter 1970-tallet ble skiene laget av plast, glassfiber og karbonfiber. Dagens seniorløpere på internasjonalt nivå har ofte 30-50 par ski, hvert par utformet for spesifikke snøforhold og temperaturer (Breitschädel, 2012). I tillegg brukes det store økonomiske ressurser på skismurning for å hele tiden kunne klargjøre de beste skiene for hver konkurranse. Etter at snøkanoner ble vanlig på 1900-tallet ble det mulig å arrangere konkurranser på steder med mer ustabile snøforhold enn hva som var mulig tidligere. Dette gjør at underlaget i dagens konkurranseløyper i verdenscupen ofte foregår på en blanding mellom kunstsne og natursne, som igjen fører til et behov for et større spekter av både ski og skismurning for å skape det beste utgangspunktet i konkurranser (Pellegrini et al., 2018). På internasjonalt nivå har de beste nasjonene egne smørebuss med spesialiserte ansatte for å klargjøre skiene til konkurranser.

Stavene har også gjennomgått endring, selv om denne ikke er like drastisk som skiene. Karbonfiber materiale har erstattet aluminium for å skape en lettere vekt, og stadig er det små endringer på utformingen for å skape en bedre pendel (Pellegrini et al., 2018). Stavlengden,

spesielt i klassisk, har siste årene vært et hett tema. Mer styrketrening har ført til mer bruk av underteknikken staking i klassisk langrenn, som gjør at lengden på klassiskstavene har økt. Dette har i midlertidig FIS satt en begrensning for ved å sette en maks lengde på klassiskstaver på 83 % av utøverens kroppshøyde (Pellegrini et al., 2018).

2.2.3 Løypekjøring

I dag må en ofte ta bilen i bruk for å komme til løyper som er ordentlig preparert (Gotaas, 2010). Løypekjørere over hele landet står på for kjøre løyper klar for ivrige skiløpere hele vinteren. Noen har dette som fast jobb, andre kjører løyper på dugnad. Det var i 1960-årene løypekjøring endret seg stort da brede, maskinpreparerte løyper – først med scooter, og senere større maskiner – ble vanlig. Fra tidligere å ha tråkket løyper for egen maskin er det i dag store breie maskiner til millioner av kroner som kjører perfekte løyper etter et nytt snøfall. Paradoksalt legger avansert teknologi forholdene til rette for nordisk uraktivitet (Gotaas, 2010).

2.2.4 Stilart

Langrenn består hovedsakelig av to teknikker (stilarter), skøyting og klassisk, hvor begge har flere underteknikker som veksles mellom ved ulike terreng og hastigheter. Den eldste teknikken klassisk består av underteknikkene diagonalgang, dobbelttak med fraspark, staking og fiskebein. I løpet av 1980-tallet kom skøyting inn som en egen teknikk, og fra 1986 var langrenn delt inn i to teknikker, klassisk og friteknikk (Sandbakk & Tønnessen, 2012). Skøyting var mer økonomisk, og i følge Pellegrini (2018) er skøyting omtrent 10-20 % raskere enn den klassiske stilen (Pellegrini et al., 2018). Underteknikkene til skøyting består hovedsakelig av enkeldans, dobbeldans og padling. Den dag i dag er både teknikkene i klassisk og skøyting i utvikling, og det kommer stadig frem nye underteknikker. Jeg vil litt senere komme mer inn på dette under kapittel «teknikk».

2.2.5 Konkurranser og konkurranseformer

Ingen sammenlignbar sport har gjennomgått like store endringer på så kort tid som langrennssporten (Gotaas, 2010). I løpet av de siste tre tiårene har flere nye konkurranseformer kommet for å øke interessen for langrenn (Pellegrini et al., 2018). Jaktstart, konkurranseformen der vinneren fra en dag starter først neste dag, ble introdusert i OL i 1992. Fellesstart og sprint kom i 2002, da opprettet Norges Skiforbund egne sprintlag for å satse hardt på det nye. Skibytte kom i 2003, en fellesstart med bytte av stilart og utstyr

halvveis i konkurransen. Lagsprint ble introdusert i 2006, og ulike Tourer med konkurranser over flere dager har de siste årene blitt populært. Tour de Ski som den mest kjente kom i årsskifte 2006/2007, hvor tanken var å herme etter sykkelrittet Tour de France. Her var det muligheter for både sprintere og distanseløpere å vinne enkeltetapper, eller kjempe om seieren totalt etter flere dager med ulike konkurranser. Bare de siste årene opplever langrennsløpere endringer nesten hver eneste sesong (Pellegrini et al., 2018).

FIS står for «The International Ski and Snowboard Federation» og er det øverste internasjonale organet som organiserer ski og snøbrett. De ble grunnlagt i 1924 under de første olympiske lekene i Chamonix i Frankrike. FIS er anerkjent av IOC (Den internasjonale olympiske komité) og styrer OL disiplinene i flere vintergrener, der blant langrenn. FIS arrangerer verdensmesterskap og verdenscup, i tillegg til cuper på nivået under verdenscup. (FIS-ski, 2022).

2.2.6 Trening

Definisjonen på trening har endret seg gjennom tida. Tidlig på 1900-tallet uttalte Elling Rønnes at han vant femmila i Holmenkollen «uten trening». Det betydde ikke at han ikke hadde gått mange mil på ski, men alle øktene på ski var i forbindelse med arbeid eller egentransport (Sandbakk & Tønnessen, 2012).

Norge har de siste tretti årene hatt mange sterke seniorlangrennsløpere på ski (Tjelta & Enoksen, 2004). Dagens beste langrennsløpere i Norge holder fortsatt nivå blant de beste i verden, både blant kvinner og menn. Ulike veier har ført frem, og gode resultater har blitt oppnådd av utøvere med ulike forutsetninger og behov for trening. Vi kan derfor ikke snakke om en ensrettet norsk treningsmodell. Likevel ser vi sentrale trekk som går igjen, med langkjøring, intervalltrening, styrke og teknikktraining (Sandbakk & Tønnessen, 2012).

I 2017 kom 2.utgave av boken «Utviklingstrappa», en bok som skulle kunne brukes som en guide til unge skiløpere som ønsket å få ut sitt potensiale i skisporet. Boka ble til av en arbeidsgruppe bestående av trenere på alle nivå fra hele landet, samt idrettsforskere, som blant annet Øyvind Sandbakk. I følge boka ses junioralderen på som en av de viktigste utviklingsperiodene for å nå toppen som langrennsløper (Sandbakk et al., 2017). Det er viktig at treningen i juniorårene er nøye gjennomtenkt med tanke på intensitet og treningsformer, og at det blir lagt opp til en fornuftig progresjon ut fra individuelle forutsetninger. Inngangen til junioralderen bør derfor planlegges godt og konkrete mål bør settes (Sandbakk et al., 2017).

Ikke minst må totalbelastningen tas mer hensyn til da de fleste juniorer fortsatt går fulltid på skole. Effekten av trening vil påvirkes av treningen som gjennomføres, treningsbelastning og restitusjon (Sandbakk et al., 2017).

Utholdenhet har alltid vært hovedkomponenten i en langrennsløpers trening. Mesteparten av treningen er såkalt lavintensitetstrening (aerob utholdenhet) med lave til moderate mengder høyintensiv trening (anaerob utholdenhet). Treningsformene ski, løp og rulleski er fortsatt mest dominerende i treningsarbeidet, men vi ser likevel noen endringer. Mer trening utføres på rulleski i konkurransespesifikk terreng og teknikk, og det legges mer vekt på både styrke og utholdenhet av overkroppen (Sandbakk & Holmberg, 2014).

Dagens eliteløpere i langrenn trener mer langrennsspesifikk trening enn tidligere, derav mer rulleski og langrennsspesifikk styrketrening (Pellegrini et al., 2018). Rulleski ble introdusert i Norge i 1950-årene, men ble gradvis brukt mer fra 1970-tallet. I det siste har også trening med rulleskimølle blitt mye brukt av de beste løperne (Sandbakk & Tønnessen, 2012).

Norske herreløpere på elitelandslaget i 2010 hadde lavere oksygenopptak enn løpere for ti-femten år siden (Gotaas, 2010). Noe av dette kan forklares med at de moderne løypene er kortere, mer stadiongåing, mer staking og kortere sammenhengende motbakker. Siden det staves mer behøves det mindre aerob kapasitet, og mer styrke i overkropp kreves.

2.2.7 Testing

Et godt treningsprogram bør inneholde regelmessig testing. For best utbytte bør testingen være tilpasset treningsplanen og utføres på rett tidspunkt. Da vil testing kunne gi informasjon om endring av prestasjonsevne og om gjennomført trening har hatt ønsket resultat. Den beste måten å teste endring av prestasjonsevne er gjennom konkurranse, men ulempen er at en konkurranse ikke vil gi detaljerte svar på hva som er utøverens sterke og svake sider (Frøyd, Tønnessen, et al., 2015).

Tester kan deles inn i generelle tester og idrettsspesifikke tester. Generelle tester ønsker å undersøke sentrale egenskaper uavhengig av idrett, mens idrettsspesifikke tester retter seg mot testing av spesifikke egenskaper til den aktuelle idretten. Både generelle og idrettsspesifikke tester kan gjennomføres i et laboratorium og ute i feltet (Frøyd, Tønnessen, et al., 2015). I dag testes utøverne helt ned i junioralder over hele landet. For mange av disse er hensikten med testen å finne korrekt treningsintensitet. Da brukes gjerne tester som maksimalt

oksygenopptak (VO_{2maks}) og laktatprofil for å inndele i intensitetssoner. Begge disse testene er generelle tester, men som kan gjøres idrettsspesifikke ved å testes på rulleski i stede for løping (Frøyd, Tønnessen, et al., 2015).

«Et testbatteri er en oversikt over de testene som utføres for en enkelt utøver eller en gruppe utøvere» (Frøyd, Tønnessen, et al., 2015, p. 252). Testene må følge krav til god testing, og være betydningsfull. Gjennomføres flere tester etter hverandre er det viktig at rekkefølgen er lik fra gang til gang. En god test er relevant (betydningsfull), valid (måler det man ønsker å måle) og reliabel (til å stole på) (Frøyd, Tønnessen, et al., 2015).

Det er viktig at testpersoner får skriftlig informasjon om hvordan testen skal gjennomføres, eventuell risiko, hensikten med testingen og at det er frivillig å bli testet (Frøyd, Tønnessen, et al., 2015).

Gjennomføringen av testingen bør være så lik som mulig fra gang til gang. Gjennomføres testen i et testlaboratorium vil disse forholdene være så gunstige som de kan. I tillegg er det hensiktsmessig at testingen er gjennomført av samme testleder (Frøyd, Tønnessen, et al., 2015).

2.2.8 Kvinner i norsk idrett

Norske kvinner gikk også langrenn tidlig på 1900-tallet (Sandbakk & Tønnessen, 2012). Det ble sagt at kvinnene verken trente eller konkurrerte, men dette var en myte. Men da idretten var en ungdomsbevegelse var det spesielt unge jenter som konkurrerte. Det var stor forskjell på langrenn som konkurranse og rekreasjon, og Norges Skiforbund anbefalte lenge langrenn som en turaktivitet for voksne kvinner. Kvinnene hadde ingenting å gjøre i en «mannfolkidrett», og legene mente at damer passet best til å drive kunstløp, tennis, sprangridning og svømming (Sandbakk & Tønnessen, 2012). Fra 1930-årene oppsto et miljø for trening og konkurranse blant kvinner, og i 1933 ble det arrangert nasjonale mesterskap. Først hele 26 år etter de første olympiske vinterlekene for menn, ble det arrangert OL for kvinner. Dette var i Oslo i 1952.

2.3 Arbeidskrav

Arbeidskravene i en idrett sier noe om hva en utøver bør gjøre og blir i stor grad påvirket av kravene idretten stiller (Gjerset et al., 2015). For å få et helhetlig og best mulig bilde av arbeidskravene i en idrett må det gjøres grundige analyser. Til dette brukes ofte en

kombinasjon av vitenskapelige studier, treningslitteratur, testresultater fra idrettsutøvere, observasjon, samtaler og analyse av utøvere i konkurranser. Dette vil gi oss en arbeidskravsanalyse, en grundig analyse av de tekniske, taktiske, fysiske, psykiske, koordinative, sosiale, antropometriske og utstyrmessige kravene idretten stiller på et gitt mestring- eller prestasjonsnivå (Gjerset et al., 2015).

Siden 1989 har Olympiatoppen har det operative ansvaret og myndighet for å utvikle norsk toppidrett. De har også ansvar for resultatene i norsk toppidrett, samt gjennomføringsansvar for Norges deltakelse under de olympiske leker og Paralympics (Olympiatoppen, u.a).

Olympiatoppen deler arbeidskravene i langrenn inn i

- Fysiske arbeidskrav
- Psykiske/ mentale arbeidskrav
- Tekniske arbeidskrav
- Miljømessige arbeidskrav

Jeg vil nå dele disse arbeidskravene videre opp og gå litt dypere inn på noen av disse kravene som har størst betydning for min oppgave. Da langrenn er en kompleks idrett, med mange ulike konkurranseformer vil det være ulike krav for ulike konkurranseformen. For eksempel vil det stilles ulike krav i en femmil og i en 1,5 km sprintkonkurranse. Jeg vil her ta utgangspunkt i arbeidskravene i langrenn generelt, altså kravene til en allroundutøver.

2.3.1 Utholdenhet

«Utholdenhet er organismens evne til å arbeide med relativt høy intensitet over lengere tid» (Frøyd, Gjerset, et al., 2015, p. 270).

2.3.1.1 Aerob utholdenhet

Mer enn 50 % av løpstiden i langrenns konkurranser foregår i motbakkene (Sandbakk & Holmberg, 2014), som gjør den aerobe utholdenheten til et av de viktigste kravene i langrenn.

«Aerob utholdenhet (med oksygen) defineres som organismens evne til å arbeide ved hjelp av aerobe energiprosesser i musklene» (Frøyd, Gjerset, et al., 2015, p. 270). Den aerobe kapasiteten er et produkt av VO_{2maks} og utnyttingsgraden. Utnyttingsgraden påvirkes av flere faktorer. Den er høyest ved kortere distanser og reduseres når varigheten eller distansen økes. En svært godt utholdenhetstrent person kan ha en utnyttingsgrad på 95 % av VO_{2maks} ved

konkurransespart i 30 minutter (Frøyd, Gjerset, et al., 2015). Utnyttingsgraden blir høyere jo bedre trent en person er (Bassett & Howley, 2000). Dette fordi en svært godt trent person klarer å presse seg mer under konkurranse enn en som ikke er godt trent. Blant to godt trente utøvere på samme prestasjonsnivå, men med ulik VO_{2maks} , vil utøveren med lavest VO_{2maks} kunne konkurrere med høyere utnyttingsgrad enn den andre (Frøyd, Gjerset, et al., 2015).

Også Utviklingstrappa (Sandbakk et al., 2017) legger frem at aerob utholdenhet og effektiv teknikk trekkes frem som de viktigste kravene. Uavhengig om du ønsker å spesialisere deg innenfor sprint-langrenn, anbefales det at du i junioralder ikke spesialisere deg for tidlig for å kunne bygge opp en god aerob kapasitet, som kreves i både sprint langrenn og tradisjonelt langrenn på seniornivå. I følge Utviklingstrappa (Sandbakk et al., 2017) er det ikke uvanlig at samme utøver kan prestere på et relativt høynivå i både sprintlangrenn med en varighet på 3-4 minutter og lengre konkurranser opp mot flere timer.

Som nevnt er aerob utholdenhet arbeid med oksygentilgang, og derfor uten store mengder melkesyre. Når musklene utsettes for gradvis høyere arbeidsbelastning, vil til slutt energibehovet overstige bidraget som ene og alene dekkes av aerobe energifrigjøringsprosesser. For å møte dette økte energikravet vil anaerobe energifrigjøringsprosesser kobles inn, og glukose vil bli omdannet til pyruvat og melkesyre (Tjelta, 2004). Melkesyre måles i blodet som laktatkonsentrasjon, og vi bruker ofte begrepet laktat om melkesyre (Frøyd, Gjerset, et al., 2015). Den høyeste arbeidsbelastningen under kontinuerlig dynamisk arbeid hvor det er likevekt mellom produksjon og eliminasjon av melkesyre, blir kalt anaerob terskel (AT) (Tjelta, 2004). Ved samme absolutte arbeidsintensitet er laktatkonsentrasjonen i blodet lavere hos godt trente enn hos utrente utholdenhetsutøvere (Bergman et al., 1999). Det er liten forskjell i produksjon av laktat mellom trente og utrente på samme absolutte intensitet, men eliminasjonen av laktat forbedres med utholdenhetstrening (Donovan & Brooks, 1983).

AT er et omdiskutert begrep, og det brukes ulike metoder for å bestemme AT (Tjelta, 2004). I Norge brukes ofte en laktatprofiltest for å måle AT. Denne testen vil jeg komme tilbake til senere i kapittelet. AT defineres i Norge som den intensiteten hvor melkesyreverdien er $1,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ høyere enn hvileverdien. I andre land blir det ofte brukt en fast melkesyreverdi på $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. Denne løsningen er mer følsom for hvilke type målemetoder som brukes (Hallén, 2004).

2.3.1.2 Anaerob utholdenhet

«Anaerob utholdenhet (uten oksygen) defineres som organismens evne til å arbeide ved hjelp av anaerobe energiprosesser i musklene» (Frøyd, Gjerset, et al., 2015, p. 270). «Mengden energi som kan frigjøres ved hjelp av de anaerobe energiprosessene kalles anaerob kapasitet» (Frøyd, Gjerset, et al., 2015, p. 302).

Musklene danner laktat når arbeidsbelastningen er så stor at oksygentilførselen blir utilstrekkelig, vi sier da at musklene må arbeide anaerobt. En forutsetning for at en utøver skal ha sin anaerobe terskel (AT) på en høy arbeidsbelastning, er at utøveren har en god utholdenhetsbase. AT varierer med hvor stort muskellarbeid som er knyttet til belastningen (Kaggestad, 2013).

Type 2-muskelfibrene aktiveres i stor grad under anaerobe energiprosesser, og dette skjer ved høyintensivt arbeid med varighet på under to minutter. Anaerobe prosesser foregår også i starten av et arbeid med høy intensitet, og ved plutselig økning av arbeidsintensitet, for eksempel et rykk eller en innspurt. Den anaerobe kapasiteten er ikke like lett å måle som den aerobe (Frøyd, Gjerset, et al., 2015).

I konkurranseformen sprint er hastighet over korte distanser og maksimal styrke tett korrelert med prestasjonen (Sandbakk & Holmberg, 2014). Samme studie forteller også at de absolutte verdiene av VO_{2maks} som vises blant elite sprint- og distanseløpere er like, men sprintløpere har høyere anaerob kapasitet.

2.3.2 Styrke

Skiløpere har tradisjon for å trene styrke med egen kropp som belastning. Etter innføringen av sprint og fellesstart i langrenn har behovet økt for styrketrening (Jørgensen, 2013).

Styrketrening er ikke den treningsformen i langrenn som tar størst plass, men på grunn av mange konkurranseformer som krever mer eksplosivitet og hurtighet trenes det mer styrketrening i dag enn tidligere. De beste langrennsløperne i dag er sterkere, akselererer raskere og har høyere toppfart (Pellegrini et al., 2018)

Spesialister i sprint er ofte høyere og tyngre enn distanseløpere. Med mer styrke i dagens langrennstrening er dagens langrenns utøvere generelt, også på distanse, tyngre enn tidligere (Pellegrini et al., 2018).

2.3.3 Teknikk

Som nevnt har nye konkurranseformer ført til et større behov for styrke og eksplosivitet blant langrennsløpere (Pellegrini et al., 2018). Derfor er en god og effektiv arbeidsøkonomisk teknikk avgjørende for å kunne utnytte den aerobe kapasiteten maksimalt (Sandbakk et al., 2017)

Ettersom langrenn har utviklet seg mye har kravene økt til å beherske et bredt spekter av hastigheter og ulikt terreng. Å kontinuerlig kunne veksle mellom de ni underteknikkene til klassisk og skøyting er helt avgjørende. I løpet av en sprintkonkurranse på 1,5 km endrer en langrennsløper mellom de ulike subteknikkene omtrent 30 ganger, mens i en konkurranse med lengere distanse vil endringen mellom ulike subteknikker forekomme flere hundre ganger (Sandbakk & Holmberg, 2014). Den siste tiden er teknikk i utforbakkene satt mer i fokus. Selv om utforbakkene i en konkurranse utgjør under 10 % av den totale konkurranse tiden, ser vi at flere av de beste skiløperne kan hente dyrbare sekunder ved å ha god svingteknikk (Pellegrini et al., 2018).

Delteknikken staking innenfor klassisk langrenn har de siste årene vært et aktuelt tema. Overkroppsstyrken hos langrennsløpere har økt, som har ført til at flere velger å bruke delteknikken staking fremfor andre delteknikker i klassisk langrenn. Dette har skapt en trussel for den tradisjonelle diagonalgangen, som førte til at FIS innførte regler om stavlengde og egne teknikksoner (med kun diagonalgang) i konkurranser (Pellegrini et al., 2018).

I gjennomsnitt går kvinner 15 % tregere på ski enn menn, og konkurrer generelt over kortere distanser (Pellegrini et al., 2018). Utvikling av teknikk har vært lik blant kvinner og menn, selv om kvinners stil ser ut å være mindre dynamisk. Kjønnsforskjellen i bruk av kraft fra overkroppen er større enn for beina, og med en teknikkendring som har ført til mer bruk av overkroppen vil kjønnsforskjellene bli enda større. Større bruk av overkroppen gjør at valg av teknikk i ulikt terreng vil være ulik mellom kvinner og menn. For eksempel vil 50 % av menn bruke dobbeldans i en middels bratt stigning, hvor kun 10 % av kvinner vil bruke samme teknikk (Pellegrini et al., 2018).

2.3.4 Taktikk

I dag består flesteparten av konkurranseformene i langrenn av fellesstart hvor utøverne konkurrerer skulder mot skulder, og utfallet avgjøres ofte i sluttspurten. Denne endringen gjør at kravene endrer seg, og kravet til taktikk står mye sterkere (Sandbakk & Holmberg, 2014).

Det å kunne gå i en rygg og spare krefter, eller om det er flere gode løpere fra samme nasjon kan man prøve å kjøre lagtaktikk. Lagtaktikk i langrenn skiller seg likevel ut fra lagtaktikk i andre idretter som for eksempel landeveissykling. Luftmotstanden er mindre og løypene er smalere, i tillegg til at det i mesterskap er regler om å kun kunne stille 4 løpere fra hver nasjon til start. Likevel har vi sett at blant annet den norske nasjonen prater mer om lagtaktikk, hvor uskrevne regler om å ikke hente inn en løper fra egen nasjon som har rykket fra feltet gjelder.

2.4 Testing av utholdenhet

Riktig testing gir verdifull informasjon om effekten av nedlagt trening (Hem & Leirstein, u.å). Testbatteriet må være velregissert, og testen må være valid. Testlaboratorium rundt om i landet følger standardiserte testprotokoller for å kunne være så valid som over hode mulig. Jeg vil nå utdype omkring testene som er brukt som grunnlag i denne oppgaven.

2.4.1 Maksimale oksygenopptak

«Det maksimale oksygenopptaket ($VO_{2\text{maks}}$) er et mål for kroppens maksimale evne til å ta opp og omsette O_2 per tidsenhet» (Frøyd, Gjerset, et al., 2015, p. 294). Når vi starter en aktivitet (for eksempel å gå på ski) øker energikravet i musklene og vi begynner derfor å ta opp mer oksygen. Vi sier at O_2 -opptaket øker. Når arbeidsbelastningen øker, øker også kravet til energi, og dermed også O_2 -opptaket (Frøyd, Gjerset, et al., 2015). Om en utøver øker det maksimale oksygenopptaket vil alltid prestasjonen forbedres så fremst de andre faktorene er konstant (Bahr et al., 1991).

Ved en $VO_{2\text{maks}}$ -test øker oksygenopptaket når belastningen øker. Etter hvert vil oksygenopptaket flate ut selv om belastningen fortsetter å øke, og kroppen har nådd sin begrensning for hvor mye oksygen den kan ta opp. Dette kaller vi det maksimale oksygenopptaket (Enoksen et al., 2013). Utøvere som driver med idretter som krever høy energiomsetning over tid, slik som for eksempel langrenn og langdistanseløping, har i gjennomsnitt høyere maksimalt oksygenopptak enn idretter som er mer teknisk krevende eller har kortere varighet, for eksempel ballidretter (Frøyd, Gjerset, et al., 2015). Langrennsløpere i verdensklasse har vist noen av de høyeste verdiene for maksimalt oksygenopptak som noen ganger er rapportert (Sandbakk & Holmberg, 2014).

Det maksimale oksygenopptaket blir målt i liter per minutt ($L \cdot \text{min}^{-1}$). I kroppsbærende idretter, slik som langrenn, er det normalt å dele $VO_{2\text{maks}}$ på kroppsvekten, og da også oppgi

oksygenopptaket i $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. En tredje måte å oppgi oksygenopptaket på er å dele oksygenopptaket på en fraksjon av kroppsvekten (Frøyd, Gjerset, et al., 2015). Senere i kapitlet vil vi se noen studier bruke enheten i $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-2/3}$, som er en fraksjon av kroppsvekten.

2.4.2 Laktatprofil

En laktatprofiltest er en submaksimal test som måler laktatkonsentrasjonen i blodet ved trinnvis økende intensitet. Det måles samtidig hjerterefrekvens (HF), Borgs skala og eventuelt $\text{VO}_{2\text{maks}}$ gjennom hele testen, som etter endt test gir en laktatprofil. Testen brukes for å gi gode holdepunkter for intensitetsstyring i treningsarbeidet, og en forbedret testresultat på en laktatprofiltest kan ofte indikere forbedret utholdenhet (Frøyd, Gjerset, et al., 2015).

Testen foregår i stabile omgivelser (som et testlaboratorium), og bør utføres i en spesifikk aktivitetsform. Ved løping er det vanlig med 5 minutter per belastningstrinn, og en økning på 1 eller 1,5 km/t. Pausene mellom belastningstrinnene er vanligvis 30 sekunder (Frøyd, Gjerset, et al., 2015).

Resultatene fra testen gir en oversikt over laktatverdiene i blodet som funksjon av belastningen. Det er ofte også interessant å se hvordan laktatverdiene endrer seg i forhold til hjerterefrekvens. En langrennsløper ønsker gjerne ut fra en slik test å vite hvilket laktat, og da intensitet, en har ved ulike hjerterefrekvenser for å kunne bruke dette i treningsarbeidet. Har en gjennomført samme testen tidligere vil en lavere melkesyre konsentrasjon (laktat) samme belastning indikere fremgang (Bahr et al., 1991)

2.5 Tidligere forskning

Som nevnt tidligere fins det studier som har undersøkt sammenhengen mellom fysiologiske parameter og prestasjon i langrenn. Det er gjort noen studier med tilnærmet lik problemstilling som i denne oppgaven. Men så vidt jeg vet ingen som har undersøkt dette blant juniorløpere.

Som nevnt i innledningen ble det undersøkt hvordan laboratorie-målte fysiologiske variabler kunne predikere prestasjonen i skisporet hos kvinnelige og mannlige skiskyttere (Laaksonen et al., 2020). Deltakerne utførte en submaksimal progredierende test og en maksimal tempoetappe på skimølle for å måle maksimalt oksygenopptak på $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ laktat, arbeidsøkonomi, RER, peak oksygenopptak, anaerob kapasitet og prestasjon på tempoetappe.

Prestasjonen ble målt i en skiskytterkonkurranse ved bruk av International Biathlon Union (IBU) -poeng. IBU-poeng tilsvarer FIS-poeng for langrennsløpere. Tempoetappen og skiskytterkonkurransen var signifikant korrelert hos begge kjønn ($r = 0.685$). VO_{2peak} , anaerob kapasitet og arbeidsøkonomi forklarte til sammen 67% av variasjonen i konkurranse hos kvinner og 52% hos menn. En annen modell viste at VO_2 på 4 $mmol \cdot L^{-1}$, anaerob kapasitet og arbeidsøkonomi forklarte henholdsvis til sammen 67 og 48 % av variasjonene i konkurransen for kvinner og menn. Forfatterne konkluderte med at oksygenopptak ved 4 $mmol \cdot L^{-1}$ laktat og arbeidsøkonomi er viktig for langrennsprestasjon, spesielt hos kvinner. I tillegg kan tempoetapper være nyttige laboratorietester for skiskyttere som følge av sin sammenheng med konkurranseprestasjon (Laaksonen et al., 2020).

I artikkelen av Ingjer fra 1991 (Ingjer, 1991) som jeg også har nevnt i innledningen, undersøkte forfatterne 51 norske langrennsløpere (25 kvinner og 26 menn) på tre ulike nivåer (verdensklasse, mellomklasse eller mindre vellykket eliteløpere). Alle var medlemmer av det norske langrennslandslaget og deltok regelmessig i verdenscup-konkurranse. VO_{2maks} ble målt 4-6 ganger i året ved løping på tredemølle. For å klassifisere deres relative prestasjonsnivå ble deres rangering på verdenscuplisten etter vintersesongen brukt, og deretter plassert i en av tre grupper. Resultatene viste at VO_{2maks} verdiene hos mannlige verdensklasse løpere var betydelig høyere enn hos de andre eliteløperne. Kvinnelige eliteløpere i verdensklasse og mellomklasse hadde identisk gjennomsnittlig VO_{2maks} uttrykt i $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$, men verdiene skilte seg betydelig ut når enheten $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-2/3}$ ble brukt. Sistnevnte uttrykker VO_{2maks} blant eliteløpere på en bedre måte enn $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$ (Ingjer, 1991).

Et nyere studie fra 2021 (Talsnes et al., 2021) undersøkte hvordan ulike laboratorie- og feltbaserte tester kunne forutsi ytelsen i langrenn på snø og rulleski. Forsøkspersonene var 33 mannlige langrennsløpere på nasjonalt nivå. De gjennomførte en 13,6 km lang rulleskikonkurranse ved bruk av et GPS-sporingsystem, som sammen med individuelle langrennskonkurranser med FIS-poeng, ble brukt for å vurdere deres prestasjonsnivå. På separate dager ble tiden i en 6,4 km motbakke løpstest på tredemølle, og 1,3 km motbakke staketest på rulleskimølle målt i laboratorium målt. Begge testene hadde en oppvarmingsdel og en 5 minutters submaksimal etappe før selve testen. Etter løpetesten ble det også gjennomført en test til utmattelse for å bestemme VO_{2maks} . Etter rulleskitesten ble det gjennomført en inkrementell test for å bestemme VO_{2peak} . Gjennomsnittlige sluttider på både tredemølle og rulleskimølle viste moderat til store korrelasjoner med distanse FIS-poeng og prestasjonen i rulleskikonkurransen. Løpetesten på rulleskimøllen var sterkere korrelert med

distanse FIS-poeng enn staketesten. Funnene tyder på at både variabler målt på laboratoriet og variabler målt i felt gir gyldige spådommer om prestasjon i langrenn og prestasjon på rulleski, men interessant nok hadde testene i løping en tendens til å være sterkere korrelert med prestasjonen i langrennssporet enn testene på rulleski (Talsnes et al., 2021).

En annen artikkel som ser på hvordan ulike parameter samsvarer med prestasjonen i langrenn, er en artikkel fra 2002 (Larsson et al., 2002). Her ble syv mannlige og 9 kvinnelige langrennsløpere testet på tredemølle. Parameterne de målte var AT, terskelen for metabolsk acidose, treningsintensitet hvor respiratorisk utvekslingsforhold er lik 1,0 (RER=1), samt $VO_{2\text{-peak}}$. For å måle prestasjon i skisporet ble det samlet inn resultater fra fire store konkurranser. Studien avdekket at hos de mannlige forsøkspersonene var en høy onset of blood lactate accumulation (OBLA) assosiert med gode prestasjoner i langrenn. Hos kvinner var den beste korrelasjonen med resultater i langrenn funnet for RER=1. Forfatterne konkluderer med at tredemølltester kan brukes for å forutsi prestasjonen i langrenn, men at ulike variabler fra testene passer best for forholdsvis menn og kvinner (Larsson et al., 2002).

Oppsummert viser denne tidligere forskningen at maksimalt oksygenopptak er viktig for prestasjonen i langrenn, og de beste langrennsløperne har høyere maksimalt oksygenopptak. Det vises også at ulike enheter for maksimalt oksygenopptak korrelerer ulik hos kjønn. Oksygenopptaket ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ laktat korrelerer også godt med langrennsprestasjon, spesielt hos kvinner. Testløp på tredemølle korrelerer godt med prestasjon i felt, både tester på rulleskimølle og løpemølle, men at løpetester korrelerer bedre med prestasjon i langrenn.

3 Metode

I dette kapittelet vil jeg legge frem metoden som er brukt i oppgaven for å besvare på min problemstilling.

3.1 Studiedesign

Da en kvantitativ metode gir en beskrivelse av virkeligheten gjennom tall og tabeller, er det denne metoden jeg har brukt i min oppgave (Ringdal, 2018). En kvantitativ metode bygger på at sosiale fenomener viser så stor stabilitet at måling og kvantitativ beskrivelse er meningsfylt. Den sosiale verden konstrueres gjennom individets handlinger, som betyr at de ikke er stabile, men i kontinuerlig endring. Variabler sees på som målinger av hentet fra teorier. En kvantitativ metode har ofte store representative utvalg, og den som forsker står ofte litt på avstand. Metoden er basert på talldata og statistiske analyseteknikker (Ringdal, 2018).

Denne oppgaven er designet som en observasjons studie, nærmere bestemt en tverrsnittstudie. Det betyr at hver analyseenhet registreres bare en gang, altså innsamling av data på ett tidspunkt for hver variabel (Ringdal, 2018). En tverrsnittstudie kan sies å være en studie av sammenhenger på et bestemt tidspunkt og kan gi grunnlag for analyse av de forhold som kan observeres på undersøkelsestidspunktet. Samtidig kan en ikke si noe om hvordan forholdene endres over tid, opprettholdes eller svekkes (Braut & Grønmo, 2021). Datagrunnlaget som denne oppgaven er basert på er data hentet fra og lagret ved forskningslaboratoriet hos UiT Alta med hensikt på senere forskning.

3.2 Forsøkspersoner

Til denne studien ble det brukt lagrede tester fra noen år tilbake, gjennomført på juniorløpere i Nordlysbyen Ski. Nordlysbyen ski er et treningssamarbeid på tvers av idrettsklubbene i Alta. Hensikten med treningssamarbeidet er å samle alle juniorløpere i Alta til et treningssamarbeid i et større miljø enn hva de enkelte små klubbene kan tilby. Flesteparten av løperne kommer fra klubber i Alta, men i datasettet var noen også tilflyttere fra andre plasser rundt om i Finnmark. Alle utøverne som ble testet var bosatt i Alta og medlemmer i Nordlysbyen Ski på det aktuelle tidspunktet. Prestasjonsnivået til juniorutøverne varierte fra lokalt nivå til høyt nasjonalt nivå.

Alle testene ble gjennomført på forskningslaboratoriet i Alta i perioden fra 2017 til 2019. Totalt ble det hentet ut resultater fra 22 tester, hvorav 17 var gjennomført på gutter og 5 var gjennomført på jenter.

3.3 Prestasjonstestene

Jeg vil videre gå inn på hvordan testene i denne masteroppgaven ble gjennomført, og hvordan jeg vil sette en tallverdi på prestasjon i langrennsløypa. Dette underkapittelet er skrevet ut fra vedlegg 3; testheftet - til forskningslaboratoriet i Alta.

3.3.1 Testprotokoller

Hensikten med et testhefte/testprotokoller er ifølge Olympiatoppen å beskrive retningslinjer og prosedyrer for å øke sannsynligheten for pålitelige og sammenlignbare tester (Olympiatoppen, 2017). Olympiatoppen har i oppgave å kunne tilby og gjennomføre tester som gir pålitelige og gyldige resultater. I den forbindelse har Olympiatoppen et overordnet ansvar for kvaliteten på alle testlaboratorier i tilknytting til Olympiatoppen sentralt og regionalt. Uit - Campus Alta er godkjent som en av Olympiatoppens testlaboratorium, og det er her testene som brukes i dette prosjektet er testet i perioden 2017 – 2019.

3.3.2 Standardisering

Etablerte toppidrettsutøvere når sjeldent mer enn 1 % forbedring i langrennsprestasjon fra sesong til sesong. Derfor må det stilles strenge krav til testing så vi kan måle små endringer i fysisk prestasjon. Forskning og praksis har vist at det er mange forhold som kan gi variasjon i testresultatet og disse faktorene må i størst mulig grad standardiseres.

Standardiseringen gjelder både utøvere som skal teste og testleder som skal gjennomføre testen. Blant annet må utøver sørge for å teste i en uke med liten/standardisert treningsbelastning. At utøverens livsstil er noenlunde lik før hver test er viktig. Det inkluderer hva utøveren spiser, drikker, gjør av trening og at oppvarmingen til testen er lik. Testlederen har ansvar for det som skjer under testen er likt. Det betyr at det er det samme utstyret som brukes, samme testprotokoll som følges og at testene gjennomføres i samme rekkefølge. Dette for at testene skal være mest mulig lik for å kunne sammenlignes.

3.3.3 Laktatprofil løping

Laktatprofil brukes for å kartlegge fysiologisk respons ved ulike submaksimale arbeidsbelastninger. Hjerterefrekvens og laktatkonsentrasjon er sentrale fysiologiske parameter som måles. Det er viktig for senere tolkning av resultater at laktatkonsentrasjonen etter 1. og 2.belastning er stabile «hvile-verdier» og at det blir gjennomført 5 til 7 trinn.

Oppvarmingen gjøres individuelt og er ikke endel av testprotokollen. Den skal gjennomføres svært rolig (nedre del av I-sone 1) i 10 minutter på løpemølle. Det skal ikke gjennomføres noen drag med høyere intensitet. Etter oppvarming får utøveren 2-5 minutter til ulike forberedelser før testen settes i gang.

Testen gjennomføres med økende belastninger ved faste tidspunkter og ved faste belastningstrinn. Dersom utøveren er testet før er belastningsoppsettet gitt fra tidligere. Om utøveren er «ny», må man foreta en skjønnsmessig vurdering i samarbeid med utøver og trener.

Hver belastning varer i 5 minutter, etterfulgt av 30 sekunder pause med laktatmåling. Stigning på mølla er 5,25 % og starthastighet bestemmes ut fra nivå. Etter hvert trinn økes belastningen med 1 km/t. Testen skal optimalt sett vare i fem til syv trinn (økninger) og avsluttes så snart laktatverdier på over 4 mmol·L⁻¹ er nådd. Anaerob terskel (AT) beregnes ut fra 2,1 mmol·L⁻¹ over snittverdien av de to laveste verdiene.

3.3.4 VO_{2maks}-test løping

Maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}) er utøverens maksimale evne til å ta opp og forbruke oksygen. Dette er den viktigste fysiologiske parameteren for å prestere i utholdenhetsidretter.

Da testen gjennomføres like etter laktatprofiltesten ble det ikke gjennomført noe egen oppvarming. Den maksimale aerobe effekten måles ved at utøveren gjennomførte en trinnvis økende belastning hvert minutt til tilnærmet utmattelse. Her settes på en maske for å kunne måle det maksimale oksygenopptaket.

Som ved laktatprofiltest, er utøveren testet tidligere, er belastningsoppsettet gitt. Om det er første gang utøveren testes brukes en skjønnsmessig vurdering. Tredemøllen er stilt inn på 10,5 % (6°) helningsvinkel. Starthastigheten skal være omtrent 1,0 km/t (ett belastningstrinn) under anaerob terskel. Deretter økes hastigheten med normalt 1 km/t hvert minutt til

utmattelse. En bør tilstrebe at siste belastning holdes minst 1 minutt. Varigheten av testen bør optimalt sett være fra 4-5 minutter opp til maksimalt 10 minutter. Utøveren sekunderes kontinuerlig og motiveres til utmattelse. Håndsignal som tommel opp for fartsøkning og flat hånd for ingen økning brukes for å kommunisere med testleder.

3.3.5 Prestasjon i konkurranse

For å kunne gi et mål på prestasjon til utøverne i konkurranser har jeg benyttet meg av FIS-poeng. Jeg vil nå forklare litt nærmere hva FIS-poeng er og hvordan dette brukes.

Alle løpere som skal delta på internasjonale renn i eller utenfor Norge, må ha en aktiv FIS-kode. I Norge er det som oftest Verdens Cup, Skandinavisk Cup, NM (junior og senior), Norges Cup (junior og senior) og Nord-Norsk mesterskap som er FIS-renn, og som da gir FIS-poeng. FIS-punkter (FIS-poeng) brukes for å rangere utøverne etter prestasjoner. Jo bedre løper, jo lavere FIS-poeng. For hvert FIS-renn en løper deltar på får løperen et poeng etter den aktuelle prestasjonen i konkurranse. Poengene du oppnår i konkurranse regnes ut fra tiden bak vinner, og vinnerens FIS-poeng før løpet. En løpers FIS-poeng regnes ut etter en egen formel hvor det er gjennomsnittet av de 5 beste resultatene over de siste 12 måneder som er grunnlaget for en løpers punkter. Dersom løperen har færre enn 5 tellende renn, gis det et tillegg på 10% for hvert renn som «mangler» (Skiforbundet, u.a)

Det kommer ny oppdatert FIS-poeng liste ca. 6 ganger i året. Det er en liste for sprint-poeng og en for distansepoeng. Denne listen kan blant annet brukes når det skal trekkes startliste til et FIS-renn.

I og med at juniorløpere går færre FIS-renn i løpet av en sesong enn en seniorløper, vil jeg i min masteroppgave bruke gjennomsnittet av de 3 beste konkurransene gjennomført samme sesong som testene på laboratoriet er testet.

3.4 Utstyr

Før testing oppvarmet forsøkspersonene på tredemølle og ble veid ved bruk av TANITA Corporation (Tokyo, Japan) vekt. Tredemøllen som ble brukt er samme som under testene.

Begge testene i laboratorium (terskel- og VO_{2maks} -test) er gjennomført på tredemøllen Woodway type Desmo HP (Waukesha, USA). Ved laktatmåling under laktattest ble Lactate

Scout+ benyttet (SensLab GmbH, Leipzig, Tyskland). Hjerterefrekvens (HF) ble målt ved bruk av Polar RS400 (Polar Electro Norge AS, Oslo, Norge) pulsklokke og pulsbelte.

VO_{2maks}-testene ble gjennomført ved bruk av Jaeger Oxycon Pro type V (CareFusion, Leibnizstrasse, Tyskland)

3.5 Statistisk analyse

Variablenes sentraltendens og variasjon ble beskrevet ved gjennomsnitt og standard avvik for gruppen som helhet samt delt for jenter og gutter. Alle parametere ble testet for normalfordeling ved histogram, normalfordelingskurver og qq-plot. Visuelle tester viste at data ikke var normalfordelt og ikke-parametriske tester ble brukt videre i analysene. Ved sammenligning mellom kjønn ble det brukt Wilcox rank sum test. Spearmans rho ble brukt for å beregne bivariate korrelasjonskoeffisienter. Korrelasjonskoeffisienter på 1 ble regnet som perfekt, 0,88 til 0,99 som sterk, 0,6 til 0,79 som moderat, 0,3 til 0,59 som akseptabel, 0,1 til 0,29 som svak og 0 som ingen, etter forslag fra Akoglu (Akoglu, 2018). Alle statistiske tester ble gjort med Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versjon 29 (IMB SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Et signifikansnivå på 0.05 ble satt som statistisk signifikant.

3.6 Etikk

Forsøkspersonene har før testing skrevet under på et informert samtykkeskjema (se vedlegg). Masteroppgaven er vurdert og godkjent av NSD (norsk senter for forskningsdata), og følger UiT's retningslinjer.

4 Resultat

Resultatene i denne oppgaven går som tidligere nevnt ut på å undersøke om det er noe sammenheng mellom laboratoriemålte variabler og langrennprestasjonen på ski. Resultatene vil bli fremstilt i tabeller. Først kommer en tabell over detaljert karakteristikkk over deltakerne i prosjektet, i tillegg til variablene som brukes. Deretter legges det frem tabeller med Spearmans korrelasjonsanalyse gjort i SPSS. Tabell 2 viser alle utøverne sett under ett, og tabell 3 og 4 viser korrelasjonsanalyse for kjønnene hver for seg.

4.1 Karakteristikker av deltakere

Tabell 1: Deltakernes karakteristikkk

| | <u>ALLE</u> (n=22) | <u>GUTTER</u> (n=17) | <u>JENTER</u> (n=5) | <u>FORSKJELL</u> <u>MELLOM</u> <u>KJØNN</u> p-verdi |
|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|
| | Gjennomsnitt (standardavvik) | Gjennomsnitt (standardavvik) | Gjennomsnitt (standardavvik) | |
| ALDER (år) | 17,5 (0,91) | 17,5 (0,8) | 17,8 (1,3) | 0.94 |
| VEKT (kg) | 70,1 (9,52) | 72,7 (8,57) | 61,4 (7,74) | 0.03 |
| MAKS HF VED VO ₂ MAKS (BMP) | 196 (5,06) | 196 (5,42) | 196 (4,10) | 0.49 |
| VO ₂ MAKS (L·Min ⁻¹) | 4,65 (0,82) | 5,00 (0,57) | 3,48 (0,16) | <0.001 |
| VO ₂ MAKS (mL·kg ⁻¹ ·Min ⁻¹) | 66,4 (7,37) | 69,2 (5,63) | 57,2 (4,35) | <0.001 |
| FART AT (km/t) | 11,7 (1,12) | 12,1 (0,82) | 10,2 (0,78) | <0.001 |
| HF AT (BPM) | 178 (6,47) | 177 (6,78) | 180 (5,41) | 0.36 |
| FART 4,0 mmol·L ⁻¹ (km/t) | 12,0 (1,19) | 12,5 (0,85) | 10,5 (0,85) | <0.001 |

| | | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|------------------|
| HF 4,0 mmol·L ⁻¹ (BPM) | 180,8 (6,51) | 180,4 (6,90) | 182,4 (5,27) | 0.36 |
| FART SLUTT (km/t) | 16,5 (1,64) | 17,1 (1,22) | 14,4 (1,05) | <0.001 |
| RER (CO ₂ /O ₂) | 1,09 (0,05) | 1,08 (0,05) | 1,13 (0,05) | 0.09 |
| VENTILASJON (L/min) | 155,1 (28,85) | 165,4 (23,30) | 120,2 (15,07) | <0.001 |
| HF% AT | 90,4 (2,2) | 90,2 (1,6) | 91,1 (3,6) | 0.94 |
| FIS-POENG | 193,0 (54,46) | 188,7 (54,6) | 207,8 (57,4) | 0.45 |

Kg = kilogram, HF = hjerterefrekvens, BMP = beat pr minute = hjerteslag pr minutt, VO_{2maks} = maksimalt oksygenopptak, AT = anaerob terskel, mmol·L⁻¹ = milliMol, RER = respiratory exchange ratio (forhold mellom avgitt CO₂, dividert med opptatt VO₂).

Som tabell 1 viser inkluderer studien totalt 22 forsøkspersoner. Gutter (n=17) i treningsgruppen var i flertall, mens det var mindretall av jenter (n=5) med godkjente tester. Gjennomsnittsalderen blant alle forsøkspersonene var 17,5 år. Selv om variasjonen i alder blant jentene var noe større enn hos guttene, var det ikke en statistisk signifikant forskjell mellom kjønn. Guttene var signifikant tyngre enn jentene og totalt varierte vekten til utøverne fra et minimum på 54 til maksimum 85 kg (data ikke vist). Hjerterefrekvensen ved oppnådd VO_{2maks} var lik hos gutter og jenter. VO_{2maks} verdiene, målt både i liter per minutt og relatert til kroppsvekten var signifikant høyere blant guttene enn hos jentene. Hjerterefrekvensen ved både AT og 4 mmol·L⁻¹ er noe høyere hos jentene enn hos guttene, men i ikke-parametriske tester var det ikke en signifikant forskjell. Derimot var farten ved AT og 4 mmol·L⁻¹ signifikant høyere hos guttene, sammenlignet med jentene (p<0.001 for begge variabler). Det var ingen forskjell på RER-verdien mellom jenter og gutter. Jentene hadde signifikant lavere ventilasjonsverdier enn guttene. Når vi sammenlignet forskjellene mellom kjønn ved prosent av maks hjerterefrekvens på terskel, samt oppnådde FIS-poeng, fant vi ingen signifikante ulikheter.

4.2 Samvariasjon mellom variabler og FIS-poeng

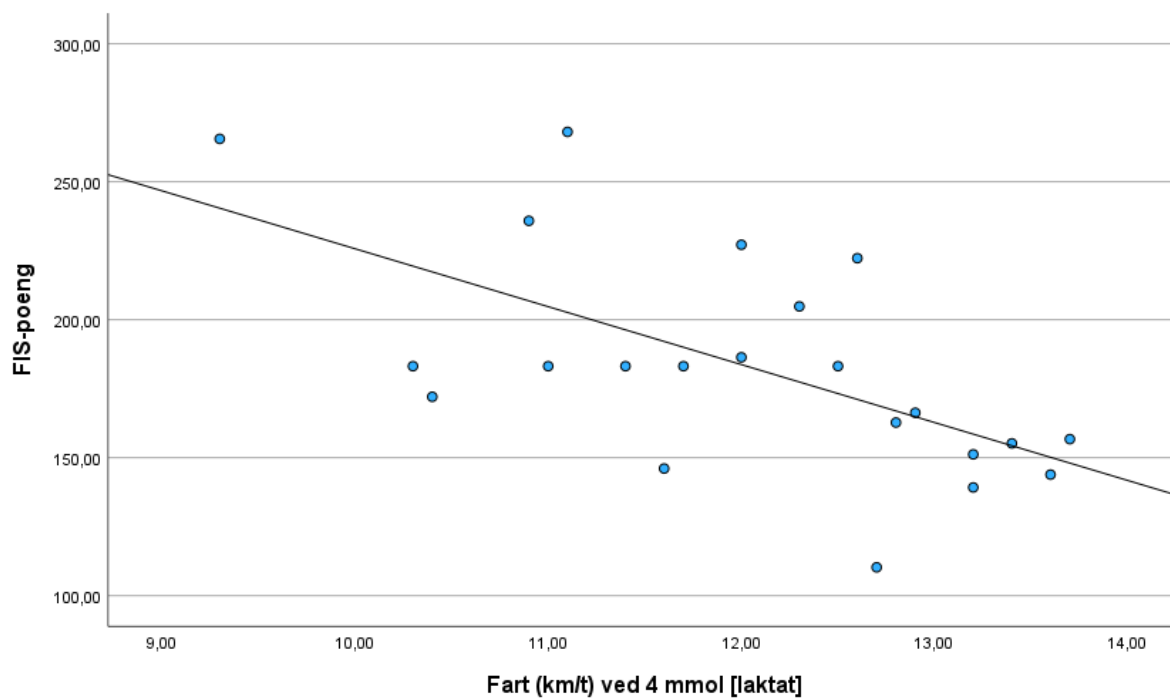
Tabell 2: Korrelasjonskoeffisienter (Spearman's rho) mellom ulike målte variabler og FIS-poeng, kvinnelige og mannlige juniorutøvere (n=22)

| | VO₂maks (L·min ⁻¹) 1) | FIS-poeng | Fart AT | % av maks HF ved AT | Maksimal ventilasjon | Fart ved 4 mmol·L⁻¹ |
|---------------------------------------|---|------------------|----------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| VO₂maks | 1.0 | | | | | |
| FIS-poeng | -0.37 | 1.0 | | | | |
| Fart AT | 0.68** | -0.61* | 1.0 | | | |
| % av maks HF ved AT | 0.03 | 0.9 | -0.09 | 1.0 | | |
| Maksimal ventilasjon | 0.83** | -0.19 | 0.49* | -0.02 | 1.0 | |
| Fart ved 4 mmol·L⁻¹ | 0.67** | -0.64* | 0.99** | -0.04 | -0.52* | 1.0 |

*Fet skrift = statistisk signifikant korrelasjon, *p < 0.05, **p < 0.01. HF = hjertefrekvens, VO₂maks = maksimalt oksygenopptak, AT = anaerob terskel, mmol·L⁻¹ = millimol per liter.*

Tabell 2 viser korrelasjonen mellom seks ulike variabler, derav fem fra testlaboratoriet og den sjettede som er FIS-poeng fra langrenns konkurranser, blant samtlige deltakere. Fart ved 4 mmol·L⁻¹ og fart ved AT er moderat, men signifikant negativt korrelert med FIS-poeng. Figur 1 viser korrelasjonen mellom fart ved 4 mmol·L⁻¹ og FIS-poeng.

Tabell 2 viser forøvrig en signifikant moderat positiv korrelasjon mellom fart på AT og VO₂maks. Maksimal ventilasjon viser en positiv henholdsvis akseptabel og sterk signifikant korrelasjon med fart på AT og VO₂maks. VO₂maks, FIS-poeng (r_s = -0,64), fart på AT (r_s = 0,99) og maksimal ventilasjon (r_s = -0,52) er signifikant korrelert med fart ved 4 mmol·L⁻¹.



Figur 4: Plot av sammenhengen mellom fart ved målte 4 mmol [la] og FIS-poeng, kvinnelige og mannlige juniorutøvere (n =22)

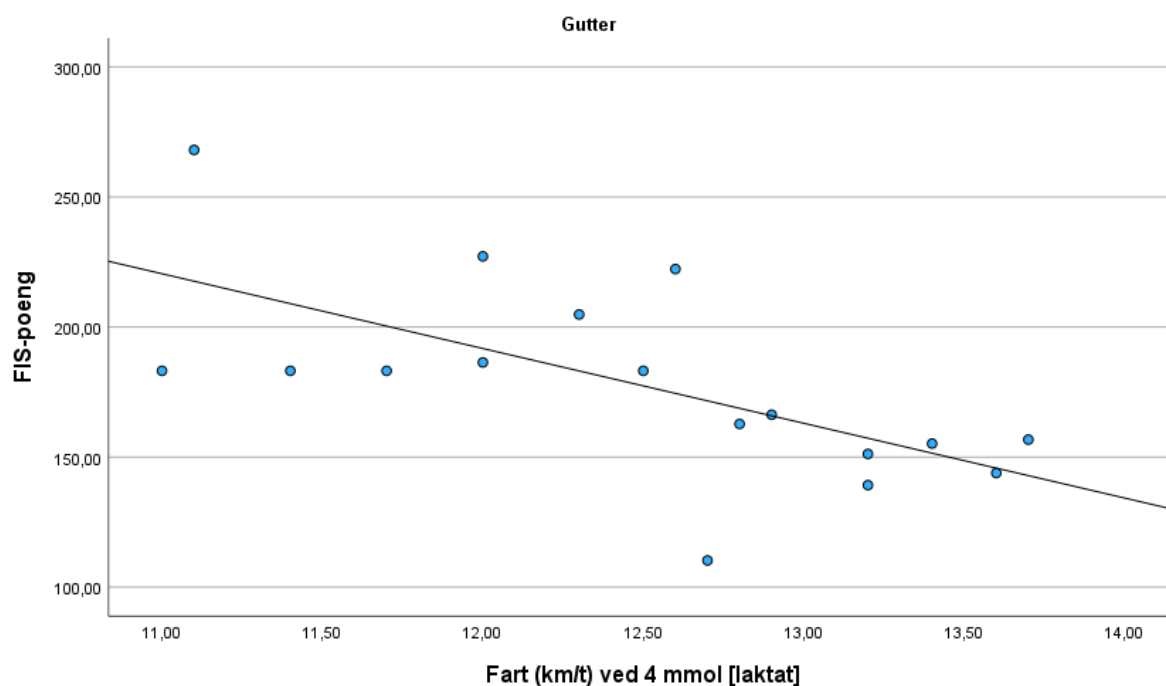
Tabell 3: Korrelasjonskoeffisienter (Spearman's rho) mellom ulike målte variabler og FIS-poeng, mannlige juniorutøvere (n=17).

| | VO₂maks (L·min⁻¹) | FIS- poeng | Fart AT | % av maks HF | Maksimal ventilasjon | Fart ved 4 mmol·L⁻¹ |
|------------------------------------|--|-----------------------|----------------|-------------------------|---------------------------------|---|
| VO₂maks | 1.0 | | | | | |
| FIS-poeng | -0.36 | 1.0 | | | | |
| Fart AT | 0.37 | -0.68** | 1.0 | | | |
| % av maks HF ved AT | 0.11 | -0.33 | -0.02 | 1.0 | | |
| Maksimal ventilasjon | 0.65** | -0.10 | 0.09 | -0.06 | 1.0 | |

| | | | | | | |
|---------------------------------------|------|----------------|---------------|------|------|-----|
| Fart ved 4 mmol·L⁻¹ | 0.35 | -0.73** | 0.97** | 0.08 | 0.13 | 1.0 |
|---------------------------------------|------|----------------|---------------|------|------|-----|

Fet skrift = statistisk signifikant korrelasjon, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$. HF = hjertefrekvens, VO_{2maks} = maksimalt oksygenopptak, AT = anaerob terskel, $mmol \cdot L^{-1}$ = millimol per liter.

Tabell 3 viser korrelasjonen mellom de samme variablene som i tabell 2, men kun for mannlige deltakere. Tabellen viser en statistisk signifikant moderat negativ korrelasjon mellom FIS-poeng og fart ved AT ($r_s = -0,68$), samt en moderat, men statistisk signifikant negativ korrelasjon ($r_s = -0,73$) mellom FIS-poeng og fart ved 4 $mmol \cdot L^{-1}$ (figur 2). Analysene viser for øvrig en signifikant korrelasjon mellom maksimal ventilasjon og VO_{2maks} ($r_s = 0,65$), samt fart ved 4 $mmol \cdot L^{-1}$ og fart ved AT ($r_s = 0,97$).



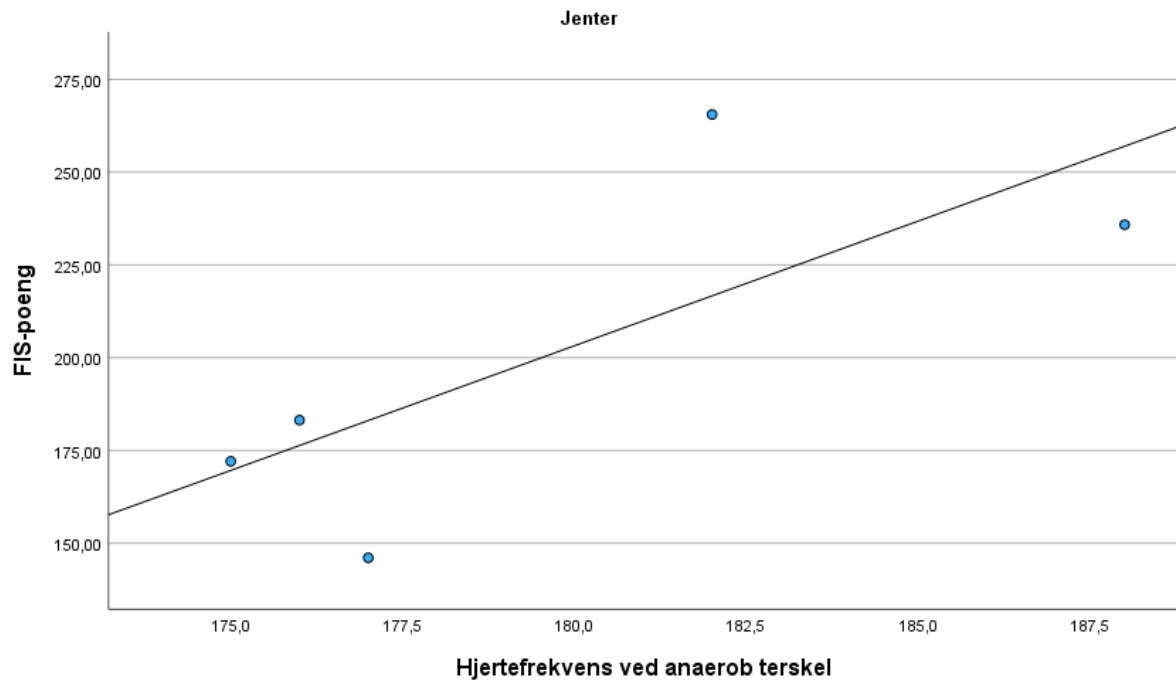
Figur 5: Plot av sammenhengen mellom fart ved målte 4 mmol [la] og FIS-poeng, mannlige juniorutøvere (n =17)

Tabell 4: Korrelasjonskoeffisienter (Spearman's rho) mellom ulike målte variabler og FIS poeng, kvinnelige juniorutøvere (n=5).

| | VO₂maks (L·min⁻¹) | FIS- poeng | Fart AT | % av maks HF | Maksimal ventilasjon | Fart ved 4 mmol·L⁻¹ |
|---|--|-----------------------------|----------------|-------------------------------|---------------------------------------|---|
| VO₂maks | 1.0 | | | | | |
| FIS-poeng | -0.29 | 1.0 | | | | |
| Fart AT | 0.0 | -0.70 | 1.0 | | | |
| % av maks HF ved AT | -0.29 | 0.90* | -0.50 | 1.0 | | |
| Maksimal ventilasjon | 0.87 | 0.0 | -0.30 | 0.10 | 1.0 | |
| Fart ved 4 mmol·L⁻¹ | 0.0 | -0.70 | 1.00** | -0.50 | -0.30 | 1.0 |

*Fet skrift = statistisk signifikant korrelasjon, *p < 0.05, **p < 0.01. HF = hjertefrekvens, VO₂maks= maksimalt oksygenopptak, AT= anaerob terskel, mmol·L⁻¹= millimol per liter.*

Tabell 4 viser de samme variablene som i tabell 2 og 3, men isolert for jentene. Tabellen viser en sterk positiv og statistisk signifikant korrelasjon mellom prosent av maksimal hjertefrekvens ved AT og FIS-poeng ($r_s = 0,90$) (figur 3). Det er også en signifikant korrelasjon mellom fart ved AT og fart ved 4 mmol·L⁻¹ ($r_s = 1,00$).



Figur 6: Plot av sammenhengen mellom hjertefrekvens ved anaerob terskel og FIS-poeng, kvinnelige juniorutøvere (n =5)

5 Resultatdiskusjon

I denne studien har jeg undersøkt korrelasjonen mellom laboratoriemålte variabler og prestasjon i langrenn, målt gjennom FIS-poeng hos junior langrennsløpere. I dette kapitlet vil jeg knytte resultatene fra forrige kapittel, opp mot problemstillingen min, teori og tidligere forskning som er nevnt i kapittel 1 og 2.

Prosjektets hovedproblemstilling var:

Er det en relasjon mellom prestasjonene i langrennssporet og tester som gjøres i laboratorium blant kvinnelige og mannlige junior langrennsløpere?

Herunder ønsket jeg å undersøke om det var noen testvariabler som ga større utslag enn andre, og om det var noe forskjell på mellom kjønnene.

5.1 Viktigste funn

Det viktigste funnet av betydning for problemstillingen er en moderat, statistisk signifikant negativ korrelasjon mellom FIS-poeng og fart ved AT ($r = -0.61$), og FIS-poeng og fart ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ($r = -0.64$) for utvalget som helhet. Ser vi på kjønn hver for seg, viser analyser for mannlige deltakere en moderat statistisk signifikant negativ korrelasjon mellom de samme variablene, henholdsvis FIS-poeng og fart ved AT ($r = -0.68$), og FIS-poeng og fart ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ($r = -0.73$). Korrelasjonen mellom fart ved AT og fart ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ og oppnådde FIS-poeng, indikerer at det er en relasjon mellom løpshastighet på gitte laktatverdier og et representativt mål for langrennsprestasjonen.

Farten ved AT er den høyeste farten utøveren klarer å oppnå hvor produksjon og eliminasjon av laktat er lik, altså den høyeste belastningen hvor musklene enda jobber aerobt (Tjelta, 2004). Mine funn om at denne hastigheten er relatert med prestasjonen i langrennssporet, støtter tidligere forskning og teori som sier at aerob utholdenhet er en av de viktigste arbeidskravene for prestasjonen i langrennssporet (Sandbakk & Tønnessen, 2012) (Sandbakk et al., 2017).

I analysene fant jeg flere variabler som var statistisk signifikant når jeg undersøkte utvalget som helhet. Ved en oppdeling på kjønn, endret relasjonene mellom testvariabler og prestasjon seg noe. I alle tabellene (tabell 2 - 4) ser man at det er en sterk, statistisk signifikant positiv korrelasjon mellom fart ved AT og fart ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ($r = 0.99$). Dette forteller oss at fart

ved AT og fart ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ er to variabler som viser omtrent den samme egenskapen, som også stemmer overens med det Jostein Hallén (Hallén, 2004) skriver om at $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ er et mål som ofte kan brukes som et utgangspunkt for AT (Hallén, 2004).

Artikkelen til Laaksonen (Laaksonen et al., 2020) hadde som mål å undersøke flere av de samme variablene denne oppgaven, og videre hvordan variabler målt i laboratoriet kunne predikere prestasjonen i skisporet. Prestasjonen i skisporet ble av Laaksonen med flere målt med IBU-poeng, som tilsvarer FIS-poeng for skiskyttere. Forsøkspersonene var omtrent halvparten menn og halvparten kvinner, med et utvalg varierende fra høyt internasjonalt til nasjonalt nivå. Variablene de undersøkte var VO_2 ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, arbeidsøkonomi, RER, $\text{VO}_{2\text{-peak}}$, anaerob kapasitet og prestasjon på en tempoetappe. Deres viktigste funn, gjennom bruk av korrelasjonsanalyse, var at oksygenopptaket ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ laktat og arbeidsøkonomi var de viktigste faktorene for prestasjonen blant skiskyttere for begge kjønn. Prestasjonen på tempoetappe var også signifikant korrelert med prestasjonen i konkurranse (Laaksonen et al., 2020).

I motsetning til vår undersøkelse studerte altså ikke Laaksonen med flere (Laaksonen et al., 2020) variabelen fart, men oksygenopptak, ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. Både fart ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ og VO_2 ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ beskriver imidlertid mer eller mindre arbeidskravet til en utøver på en gitt belastning. Vårt funn av en moderat og signifikant korrelasjon mellom løpefarten ved målte $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ laktatkonsentrasjon og konkurranseprestasjon er derfor ikke overraskende og kan tolkes til å støtte nevnte artikkel av Laaksonen et al (Laaksonen et al., 2020). Begge undersøkelsene indikerer at utøvere som har en effektiv oksygenomsetning vil tåle et ytre arbeid bedre enn utøvere med mindre effektiv transport og bruk av oksygen. Dette stemmer også med teorien som sier at du vil kunne ta opp mer oksygen i musklene når du er bedre trent (Calbet et al., 2005), og at utnyttingsgraden av oksygenet er viktig for prestasjon (Frøyd, Gjerset, et al., 2015).

I de data jeg hadde tilgjengelig, ble det ikke målt oksygenopptak parallelt med test av laktatprofil. Etter modellen fra Laaksonen et al (Laaksonen et al., 2020) kunne det ha vært interessant å analysert hvordan oksygenopptak ved AT eller ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ laktat korrelerer med FIS-poeng, og ikke bare det maksimale oksygenopptaket ($\text{VO}_{2\text{maks}}$) som jeg hadde data på. Likevel kan man anse fart ved AT og fart ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ som relevante tester for langrennsutøvere, da målingen av løpsfart og laktatverdier krever relativt lite utstyr og avhenger mindre av omfattende testprosedyrer.

Når jeg analyserer kjønnene hver for seg, ser jeg at jentene har en statistisk signifikant korrelasjon mellom FIS-poeng og prosent av maksimal hjertefrekvensen ved AT ($r = 0.9$). Dette kan tolkes som at jentene med lavere FIS-poeng, altså som har oppnådd bedre resultater, på en gitt belastning jobber på en lavere prosent av maksimal hjertefrekvens enn utøvere med høyere FIS-poeng. Det vil si at løpere med høyere FIS-poeng, og derfor antatt svakere prestasjonsnivå, må arbeide hardere med høyere prosent av maksimal hjertefrekvens. At en utøver kan arbeide på lavere prosent av maksimal hjertefrekvens ved en gitt belastning er i tråd med litteraturen. Jostein Hallén (Hallén, 2004) beskriver at hjertets slagvolum øker som et resultat av langvarig utholdenhetstrening. Hjertet til en godt trent utøver har evnen til å pumpe ut mer blod for hver gang hjertet trekker seg sammen, og derfor på en gitt belastning arbeide på en lavere prosent av maksimal hjertefrekvens (Hallén, 2004). Dette er også i tråd med funnene til Laaksonen et al (Laaksonen et al., 2020) som pekte på submaksimale målinger (VO_2 ved $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ og arbeidsøkonomi) som viktigste faktorer for prestasjon. Blant de mannlige deltakerne i vår studie, var korrelasjonen mellom prosent av maksimal hjertefrekvens ved AT og FIS-poeng imidlertid ikke statistisk signifikant. Ulikheten mellom kjønn på relasjon mellom graden av puls ved AT og FIS-poeng kan skyldes metodiske svakheter eller være et uttrykk for kjønnsforskjeller i viktige faktorer for prestasjon, og kan undersøkes nærmere.

Flere av de studiene jeg har nevnt tidligere i oppgaven viste en signifikant korrelasjon mellom prestasjon i langrenn og $VO_{2\text{maks}}$. Helt tilbake i 1991 fant Ingjer en sammenheng mellom $VO_{2\text{maks}}$ og prestasjon (Ingjer, 1991). I denne artikkelen var forsøkspersonene omtrent halvparten menn og halvparten kvinner. Prestasjonsnivået hos deltakerne varierte mellom høyt nasjonalt og internasjonalt rangerte langrennsløpere. Resultatene viste at $VO_{2\text{maks}}$ og prestasjon henger sammen, men at en fraksjon av kroppsvekten med enheten $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-2/3}$ var en bedre måte å oppgi maksimalt oksygenopptak blant løpere på et høyt nivå.

Også artikkelen til Talsnes med flere (Talsnes et al., 2021) viste en sterk korrelasjon mellom $VO_{2\text{maks}}$ og FIS-poeng. Her så de kun på mannlige langrennsløpere, og undersøkte også sammenhengen med distansetester på tredemølle i laboratorium. Forskningen til Talsnes et al (Talsnes et al., 2021) viste også statistisk signifikante korrelasjoner mellom både distansetest på rullskimølle og løpemølle relatert til FIS-poeng. Muligens noe overraskende i følge forfatterne, korrelerte testen på løping bedre med FIS-poeng enn den spesifikke testen på rullskimølle. Dette kan tolkes som at det å prestere på en rullskimølle krever en spesifikk

teknikk som jeg bruker lite, og en løpetest derfor er mer gunstig, selv for langrennsløpere på høyt nivå som bruker rulleskimølle mye (Talsnes et al., 2021).

I vår undersøkelse fant jeg ingen statistisk signifikant korrelasjon mellom VO_{2maks} og FIS-poeng. Det kan likevel være verdt å merke seg at korrelasjonskoeffisienten var konsistent negative på omtrent -0,3 uavhengig av om jeg analyserte hele utvalget eller delte opp deltakerne basert på kjønn. Kontrasten sammenlignet med studiene til både Ingjer (Ingjer, 1991) og Talsnes et al når det gjelder signifikante funn, kan skyldes flere faktorer. Sistnevnte studie undersøkte som nevnt kun mannlige utøvere med en høyere alder (gjennomsnitt 19 år, standardavvik på 2,5) enn jeg hadde data på. Ingjer (Ingjer, 1991) undersøkte utøvere med betydelig høyere gjennomsnittlig VO_{2maks} . I tillegg hadde begge de nevnte studiene en høyere andel deltakere, noe som gjorde det mulig å bruke andre analysemetoder. Forskjellen i mine undersøkelser og de gjort av Ingjer (Ingjer, 1991) og Talsnes (Talsnes et al., 2021) kan derfor skyldes reelle biologiske ulikheter relatert til alder og prestasjonsnivå, eller de kan skyldes metodiske ulikheter.

I min undersøkelse fant jeg først og fremst en relasjon mellom submaksimale testvariabler og prestasjon i langrennssporet, målt som FIS-poeng. En annen studie som undersøkte slike submaksimale verdier ble gjennomført av Larsson et al (Larsson et al., 2002). De studerte hvordan VO_{2-peak} rundt AT og på en inkrementell test korrelerte med prestasjon i langrenn. Her var også kjønnene jevnt fordelt, og resultatene viste her også en statistisk signifikant korrelasjon mellom VO_{2-peak} og prestasjon. Forfatterne konkluderte med at tredemølltester kan forutsi prestasjonen i langrenn, men at styrken av ulike test-variabler kan avhenge av kjønn. Blant annet var korrelasjonen sterkere mellom RER hos kvinner og OBLA for menn (Larsson et al., 2002).

Til en viss grad i samsvar med mine funn, indikerer artikkelen fra Larsson et al (Larsson et al., 2002) at tester på laboratorium har en relasjon med prestasjonen i langrenn, men at ulike variabler på submaksimale belastninger ser ut til å være mer relatert til langrenns konkurranse. Mine resultater viser ingen signifikant korrelasjon mellom VO_{2maks} og prestasjon slik som tidligere nevnte studier, verken for alle utøverne samlet eller for kjønnene hver for seg. Om dette skyldes at de andre studiene er gjort på seniorløpere på et høyere nivå eller om dette er tilfeldig er vanskelig å si. En forklaring kan være at det maksimale oksygenopptaket en viktigere variabel for prestasjon hos utøvere på et høyere nivå enn hos juniorløpere.

6 Metodediskusjon

I metodediskusjonen vil jeg diskutere styrker og svakheter ved metoden brukt i denne oppgaven. Hva gjør oppgaven valid og reliabel, og hvilke svakheter har oppgaven.

Når jeg skulle starte prosessen med valg av tema til min masteroppgave var hele verden midt i en pandemi. Covid-19 førte til mindre sosial kontakt med andre, med blant annet nedstenging av testlaboratorium for alle andre enn prioriterte utøvere på høyt nivå. Ingen viste når dette ville ta slutt, og det å basere masteroppgaven på tilgang til testing av utøvere var et usikkerhetsmoment. Derfor valgte jeg med min interesse for langrenn å basere min masteroppgave på ferdig tilgang til datamateriale fra testlaboratoriet i Alta.

Reliabilitet handler om hvor pålitelig og stabile målingene er, dette innebærer at gjentatte målinger viser det samme (Ringdal, 2018). Høy validitet vil si at vi faktisk måler det vi ønsker å måle. Høy reliabilitet er en forutsetning for høy validitet, (Ringdal, 2018) og er viktig for å eliminere feilkilder. Ved bruk av en god og standardisert testprotokoll, samt samme utstyr og testleder på alle testene, vil reliabiliteten være høyere. En betydelig styrke ved denne oppgaven er at alle tester som er brukt i denne undersøkelsen er gjennomført på et sertifisert testlaboratorium godkjent av Olympiatoppen Norge. Å bruke variabler fra et kontrollert miljø slik som i et testlaboratorium inkludert kontroll over vær, temperatur og utstyr, gjør at reliabiliteten og validiteten til målingene kan anses som gode. I tillegg er det brukt en godt gjennomarbeidet testprotokoll som er modifisert etter lang tids vitenskapelige arbeid og kvalitetssikring. Samtlige av testene er også gjennomført med samme erfaren testleder, og ved bruk av samme utstyr. Tester som er gjennomført med annet utstyr er tatt ut av forskningsprosjektet, og faren for målefeil i de laboratoriemålte variablene kan derfor ansees som svært liten.

En svakhet ved å bruke dette eldre datamateriale var at testene i laboratorium var gjennomført noe etter registrering av konkurranseprestasjonene som brukes i denne oppgaven. Langrenns konkurranser som er brukt til å finne gjennomsnittlig FIS-poeng er hentet inn i perioden januar til april, mens testene i laboratorium er testet i perioden mai/juni samme år. Dette gjør at de ulike testene har en avstand på mellom en og fem måneder. En slik differanse tidsmessig kan svekke potensielle relasjoner mellom testvariablene og prestasjonsmålet. Også artikkelen til Laaksonen (Laaksonen et al., 2020) hadde en avstand på nesten to måneder mellom testing og konkurranse, dog der testing ble gjennomført først. Et hovedproblem med

observasjonsstudier og spesielt tverrsnittstudier er at det er vanskelig å anslå et tidsmessig forhold mellom variablene i utgangspunktet. Den relativt lange avstanden i tid ansees derfor heller bidra til en underestimering av relasjonene enn å finne korrelasjoner som ikke er til stede.

Det hadde derfor vært interessant å sett om resultatene hadde vært annerledes om variablene som er testet på laboratorium var testet før prestasjonstestene på ski, og ikke motsatt. I tillegg kunne testene vært gjennomført i samme tidsrom, og da helst underveis i konkurransesesongen. Likevel, om testene på tredemølla hadde vært gjennomført på vinteren i konkurransesesongen ville sannsynligvis løpsteknikken vært dårligere enn for eksempel på høsten etter en lang treningsperiode med løping. Dette kunne muligens ha bidratt til en svekkelse av spesielt relasjonen mellom de submaksimale testene og FIS-poeng. Testene jeg har brukt i denne oppgaven er hentet inn i mai/juni, som betyr i oppstart av ny sesong etter «off-season» for utøverne. Dette gjør at formen kanskje ikke er på sitt beste lengere etter en eventuell nedtrapping av trening. Løperne har også med stor sannsynlighet løpt lite på denne tiden, i forhold til om løpstestene var gjennomført på høsten. Om testene på tredemølla hadde vært gjennomført på vinteren i konkurransesesongen ville nok også løpsteknikken vært dårligere enn på høsten.

En annen variabel som det også hadde vært interessant å forske på ved en annen anledning er sammenhengen mellom prestasjonen ute i felt (FIS-poeng) og en prestasjonstest på laboratorium. Da enten på rulleskimølle eller løping på tredemølle, gjerne også begge. Forskingen til Talsnes (Talsnes et al., 2021) sa at «testløp» gjennomført i laboratorium gir mer presise mål opp mot prestasjon i langrenn. Dertil kunne en teste om dette også stemmer for juniorløpere på et lavere nivå som igjen vil kunne gjøre at man gjennomfører enklere tester enn terskeltest og maksimalt oksygenopptak for å se om treningen juniorløpere legger ned fungerer optimalt.

Resultatene fra langrenns feltet som er samlet inn gjennom FIS-poeng kan sannsynligvis ansees som et proxy, eller erstatning, for prestasjon. Konkurransene er gjennomført i et naturlig miljø og ved bruk av ulike konkurranser. Konkurransespennet går fra regionalt nivå (Nord-norsk Mesterskap) til nasjonale konkurranser på juniornivå (Norgescup og Norgesmesterskap). En svakhet ved å bruke konkurranser fra regionalt nivå er at det anses som lettere å oppnå gode FIS-poeng da konkurransedeltakelsen er svakere. Samtidig har

samtligte av utøverne som er med i studie deltatt i konkurranse på regionalt nivå det aktuelle året, og derfor vil det ikke være forskjell mellom utøverne.

Ved bruk av ferdig innsamlede data er det også begrenset hvilke prestasjonsmål en kan bruke. Prestasjon i langrenn et mål som inkluderer svært mange faktorer. Det at konkurransene ikke er testrenn med hovedformål å kunne brukes i forskning, gjør at prestasjonsresultatene blir så naturlig som mulig. Ved å bruke et gjennomsnitt på FIS-poeng i flere konkurranser gjør også at det ikke kun er en konkurranse som er avgjørende for prestasjonen til utøveren, men heller snittet. Dette vil styrke prestasjonsmålet ved at en dårlig dag eller utstyr den aktuelle konkurransen er avgjørende for prestasjonen.

Juniorløpere vil, sammenlignet med seniorløpere, gå mye færre nasjonale konkurranser i løpet av en sesong, som betyr færre konkurranser som gir FIS-poeng. Dette gjør at seniorløpere med stor sannsynlighet vil få et mer korrekt gjennomsnittlig FIS-poeng resultat enn juniorløpere da de har flere konkurranser å basere resultatet på. Derfor vil bruk av FIS-poeng som et mål på prestasjon i konkurranse være noe svakere enn hos seniorløpere. Seniorløpere som går regelmessig verdenscup vil også ha mer nøyaktig FIS-poeng enn seniorløpere på et lavere nivå, da de også går flere FIS-konkurranser i løpet av en sesong.

Når man videre deler utvalget opp i mindre utvalg, ser vi for eksempel at jentene isolert ikke har en statistisk signifikant korrelasjon mellom FIS-poeng og fart ved AT eller fart ved 4 mmol·L⁻¹, i motsetning til guttene. Grunnen til dette kan være at det var relativt få jenter med i dette prosjektet, som gjør resultatene mer usikre.

I 2022 gjorde Ove Sollie og Thomas Losnegard (Sollie & Losnegard, 2022) et studie for å sammenligne kjønnsforskjeller i fysiologiske determinanter for skiprestasjonen. Her var forsøkspersonene både ungdoms-, junior- og seniorløpere. Resultatene viste at allerede i ungdomsårene er det store forskjeller i ytelse mellom gutter og jenter, og at denne forskjellen med store sannsynlighet skyldes den store forskjellen mellom gutter og jenter i VO_{2peak}. Altså vil forskjellen mellom kjønn i prestasjon være av samme størrelse i junioralder som i senioralder.

Gjennom å bruke ikke-parametriske analysemetoder som er fordelingsfrie og robuste mot enkeltstående ekstremverdier som følge av en ordningsrekkefølge, vil sannsynligvis det relativt lave antall deltagere ha mindre betydning for denne oppgaven.

7 Konklusjon

I denne oppgaven har jeg brukt tester fra laboratorium fra en gruppe junior langrennsløpere som jeg har sett på i sammenheng med deres prestasjon i langrennssporet. Jeg brukte Spearmans korrelasjonsanalyse for å se om det var noen variabler hentet fra maksimalt oksygenopptak og terskeltest, som korrelerte med prestasjon i langrenn gjennom FIS-poeng.

Problemstillingen jeg ønsket å svare på var som følger:

Er det en relasjon mellom prestasjonene i langrennssporet og tester som gjøres i laboratorium blant kvinnelige og mannlige junior langrennsløpere?

Derunder underproblemstillingene:

- 1. Er det noen spesifikke testvariabler som gir større relasjon enn andre?*
- 2. Er det forskjell mellom kjønn?*

Resultatene mine viser at det er en relasjon mellom prestasjon i langrenn og tester som gjøres i laboratorium blant kvinnelige og mannlige junior langrennsløpere. Fart på AT og fart ved 4 mmol·L⁻¹ har en statistisk signifikant korrelasjon med FIS-poeng, både hos alle utøvere sett under ett og hos guttene isolert. I tillegg viser det seg å være statistisk signifikant korrelasjon mellom prosent av HF ved AT og FIS-poeng når vi ser på jentene isolert.

Det er også interessant at mine resultater ikke viste noe statistisk signifikant korrelasjon mellom FIS-poeng og maksimalt oksygenopptak, som mange andre studier viser sammenheng mellom.

En mulig videreutvikling som følge av denne undersøkelsen kan være å studere ulike varianter av submaksimale målinger, da spesielt målinger knyttet til arbeid rundt anaerob terskel, med andre design. Dette vil kunne bidra med relevant kunnskap for treningsplanlegging og -gjennomføring i junioralder, da treningen for forbedret terskel og trening for forbedret maksimalt oksygenopptak gjerne er forbundet med ulike metoder.

Referanser

- Akoglu, H. (2018). User's guide to correlation coefficients. *Turk J Emerg Med*, 18(3), 91-93.
<https://doi.org/10.1016/j.tjem.2018.08.001>
- Bahr, R., Hallén, J., & Medbø, J. I. (1991). *Testing av idrettsutøvere*. Universitetsforlaget.
- Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc*, 32(1), 70-84.
<https://doi.org/10.1097/00005768-200001000-00012>
- Bergman, B. C., Wolfel, E. E., Butterfield, G. E., Lopaschuk, G. D., Casazza, G. A., Horning, M. A., & Brooks, G. A. (1999). Active muscle and whole body lactate kinetics after endurance training in men. *J Appl Physiol (1985)*, 87(5), 1684-1696.
<https://doi.org/10.1152/jappl.1999.87.5.1684>
- Braut, G. S., & Grønmo, S. (2021, 5.mars 2021). *Tverrsnittstudie*. Store norske leksikon.
<https://snl.no/tverrsnittstudie>
- Breitschädel, F. (2012). Variation of Nordic classic ski characteristics from Norwegian national team athletes. *Procedia Engineering*, 34, 391-396.
- Calbet, J. A. L., Holmberg, H. C., Rosdahl, H., van Hall, G., Jensen-Urstad, M., & Saltin, B. (2005). Why do arms extract less oxygen than legs during exercise? *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 289(5), 1448-1458.
<https://doi.org/10.1152/ajpregu.00824.2004>
- Dempsey, J. A., & Wagner, P. D. (1999). Exercise-induced arterial hypoxemia. *J Appl Physiol (1985)*, 87(6), 1997-2006. <https://doi.org/10.1152/jappl.1999.87.6.1997>
- Donovan, C. M., & Brooks, G. A. (1983). Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. *American Journal of Physiology - Endocrinology And Metabolism*, 244(1), 83-92. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1983.244.1.e83>
- Ekström, H. (1980). Biomechanical research applied to skiing. *Linköping: Linköping University*.
- Enoksen, E., Tjelta, L. I., Tønnessen, E., & Hallén, J. (2013). *Utholdenhetstrening : forskning og beste praksis*. Cappelen Damm akademisk.
- FIS-ski. (2022, 29.oktober). *About the International Ski and Snowboard Federation (FIS)*.
<https://www.fis-ski.com/en/inside-fis/about-fis/general/facts-figures>
- Frøyd, C., Gjerset, A., Nilsson, J., & Enoksen, E. (2015). Utholdenhet og utholdenhetstrening. In *Idrettens treningslære* (2. utg. ed., pp. 270-368). Gyldendal undervisning.
- Frøyd, C., Tønnessen, E., & Gjerset, A. (2015). Dokumentasjon, testing og evaluering. In *Idrettens treningslære* (2.utg. ed., pp. 249-260). Gyldendal undervisning.
- Gjerset, A., Tønnessen, E., Frøyd, C., Johansen, E., Enoksen, E., & Nilsson, J. (2015). Treningsplanlegging. In *Idrettens treningslære* (2. utg. ed., pp. 168-241). Gyldendal undervisning.
- Gotaas, T. (2010). *Først i løypa : historien om langrenn i Norge* ([Rev. utg.] ed.). Dreyer.
- Greenleaf, J. E. (1984). Physiological responses to prolonged bed rest and fluid immersion in humans. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*, 57(3), 615.
<https://doi.org/10.1152/jappl.1984.57.3.619>
- Hallén, J. (2004). Det maksimale oksygenopptakets betydning i utholdenhetsidretter. In *Utholdenhetstrening : løping, sykling, langrenn*. Høyskoleforlaget.
- Hallén, J., Ronglan, L. T., & Hallén, J. (2022). *Treningslære for idrettene* (2. utgave. ed.). Fagbokforlaget.
- Hem, E., & Leirstein, S. (u.å, 21.09.21). *Testing av utholdenhet*.
<https://olympiatoppen.no/fag/utholdenhet/testlaboratoriet/tester/media3223.media>

- Ingjer, F. (1991). Maximal oxygen uptake as a predictor of performance ability in woman and men elite cross-country skiers.
- Jørgensen, A. (2013). Langrennstrening. In *Utholdenhetstrening : forskning og beste praksis* (pp. 105-116). Cappelen Damm akademisk.
- Kaggestad, J. (2013). Utholdenhetstrening. In *Utholdenhetstrening : forskning og beste praksis* (pp. 76-104). Cappelen Damm akademisk.
- Larsson, P., Olofsson, P., Jakobsson, E., Burlin, L., & Henriksson-Larsén, K. (2002). Physiological predictors of performance in cross-country skiing from treadmill tests in male and female subjects. *Scand J Med Sci Sports*, 12(6), 347-353.
<https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2002.01161.x>
- Levine, B. D. (2008). VO2max: what do we know, and what do we still need to know? *J Physiol*, 586(1), 25-34.
- Laaksonen, M. S., Andersson, E., Jonsson Kårström, M., Lindblom, H., & McGawley, K. (2020). Laboratory-Based Factors Predicting Skiing Performance in Female and Male Biathletes. *Front Sports Act Living*, 2, 99-99.
<https://doi.org/10.3389/fspor.2020.00099>
- McArdle, W. D., Katch, V. L., & Katch, F. I. (2015). *Exercise physiology : nutrition, energy, and human performance* (8th intl. ed.). Lippincott Williams & Wilkins Wolters Kluwer Health.
- Naylor, L. H., George, K., Odriscoll, G., & Green, D. J. (2008). The Athletes Heart: A Contemporary Appraisal of the Morganroth Hypothesis. *Sports Med*, 38(1), 69-90.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00006>
- Norsk Helseinformatikk. (2020). *Det aldrende hjertet*.
<https://nhi.no/sykdommer/hjertekar/kost-trening-og-hjerte/det-aldrende-hjertet/>
- Olympiatoppen. (2017). UTHOLDENHETSTESTER
- VED OLYMPIATOPPEN. In.
- Olympiatoppen. (u.a). *Om Olympiatoppen*. <https://olympiatoppen.no/om-olympiatoppen/>
- Pellegrini, B., Stoeggel, T. L., & Holmberg, H.-C. (2018). Developments in the Biomechanics and Equipment of Olympic Cross-Country Skiers. *Front Physiol*, 9(JUL), 2.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00976>
- Ringdal, K. (2018). *Enhet og mangfold : samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode* (4. utg. ed.). Fagbokforl.
- Saltin, B., Henriksson, J., Nygaard, E., Andersen, P., & Jansson, E. (1977). FIBER TYPES AND METABOLIC POTENTIALS OF SKELETAL MUSCLES IN SEDENTARY MAN AND ENDURANCE RUNNERS. *Ann N Y Acad Sci*, 301(1), 3-29.
<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1977.tb38182.x>
- Sand, O., Sjaastad, Ø. V., Haug, E., & Toverud, K. C. (2014). *Menneskets fysiologi* (2. utg. ed.). Gyldendal akademisk.
- Sandbakk, Ø., & Holmberg, H.-C. (2014). A reappraisal of success factors for Olympic cross-country skiing. *Int J Sports Physiol Perform*, 9(1), 117-121.
<https://doi.org/10.1123/ijspp.2013-0373>
- Sandbakk, Ø., Rise, P., Nymo, P., Langrennsportens, v., Olympiatoppen, & Norges, s. (2017). *Utviklingstrappa i langrenn* (2. utg. ed.). Akilles.
- Sandbakk, Ø., & Tønnessen, E. (2012). *Den norske langrennsboka*. Aschehoug.
- Skattebo, Ø., Calbet, J. A. L., Rud, B., Capelli, C., & Hallén, J. (2020). Contribution of oxygen extraction fraction to maximal oxygen uptake in healthy young men. *Acta Physiol (Oxf)*, 230(2), e13486-n/a. <https://doi.org/10.1111/apha.13486>
- Skiforbundet. (u.a, 29.oktober). *FIS-poeng og FIS-koder*.
<https://www.skiforbundet.no/langrenn/skirenn/regler-og-retningslinjer/fis-koder/>

- Sollie, O., & Losnegard, T. (2022). Sex Differences in Physiological Determinants of Performance in Elite Adolescent, Junior, and Senior Cross-Country Skiers. *International journal of sports physiology and performance*, 17(8), 1304-1311. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2021-0366>
- Store Medisinske Leksikon. (2021). *Lungene*. <https://sml.snl.no/lungene>
- Store Medisinske Leksikon. (2022). *Alveoler*. <https://sml.snl.no/alveoler - lungene>
- Stratton, J. R., Levy, W. C., Cerqueira, M. D., Schwartz, R. S., & Abrass, I. B. (1994). Cardiovascular responses to exercise : effects of aging and exercise training in healthy men. *Circulation*, 89(4), 1648-1655. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.89.4.1648>
- Talsnes, R. K., Solli, G. S., Kocbach, J., Torvik, P.-Ø., & Sandbakk, Ø. (2021). Laboratory- and field-based performance-predictions in cross-country skiing and roller-skiing. *PLoS one*, 16(8), e0256662-e0256662. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256662>
- Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*, 37(1), 153-156. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(00)01054-8)
- Tjelta, L. I. (2004). Treningsintensitet i utholdenhetstrening. In *Utholdenhetstrening : løping, sykling, langrenn*. Høyskoleforlaget.
- Tjelta, L. I., & Enoksen, E. (2004). Utholdenhetstrening : løping, sykling, langrenn. In. Høyskoleforl.
- Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2008). *Physiology of sport and exercise* (4th ed.). Human Kinetics.
- Zavorsky, G. S. (2000). Evidence and Possible Mechanisms of Altered Maximum Heart Rate With Endurance Training and Tapering. *Sports Med*, 29(1), 13-26. <https://doi.org/10.2165/00007256-200029010-00002>

Vedlegg

Vedlegg 1. Godkjenning av NSD

Vedlegg 2. Samtykke testing

Vedlegg 3. Testhefte

Godkjenning av NSD

[Meldeskjema](#) / [VO2maks betydning for prestasjon hos junior langrennsløpere](#) / Vurdering

Vurdering av behandling av personopplysninger

Referansenummer

203342

Vurderingstype

Standard

Dato

18.05.2022

Prosjekttittel

VO2maks betydning for prestasjon hos junior langrennsløpere

Behandlingsansvarlig institusjon

UiT Norges Arktiske Universitet / Det helsevitenskapelige fakultet / Idrettshøgskolen

Prosjektansvarlig

Tor Oskar Thomassen

Student

Henriette Mikkelsen Suhr

Prosjektperiode

15.01.2022 - 15.12.2022

Kategorier personopplysninger

Alminnelige

Særlige

Lovlig grunnlag

Allmenn interesse eller offentlig myndighet (Personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav e)
Arkivformål i allmenhetens interesse, eller for formål knyttet til vitenskapelig eller historisk forskning eller for statistiske formål
(Personvernforordningen art. 9 nr. 2 bokstav j)

Behandlingen av personopplysningene er lovlig så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det lovlige grunnlaget gjelder til 15.12.2022.

[Meldeskjema](#) 

Kommentar

Personverntjenester har vurdert endringen i prosjektsluttdato.

Vi har nå registrert 15.12.2022 som ny sluttdato for behandling av personopplysninger.

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

Kontaktperson: Eva J. B. Payne

Lykke til videre med prosjektet!

Samtykke testing



Samtykkeerklæring til bruk av opplysninger til forskningsformål

Du har bestemt deg for å gjennomføre testing på Forskningslaboratoriet ved Idrettshøgskolen, UiT-Norges arktiske universitet. I den forbindelse vil personopplysninger og fysiologiske data (opplysninger om deg, din vekt, høyde, fødselsdato, hjertefrekvens, pustevolum og frekvens, arbeidsinnsats og forhold under testen) bli registrert. Datatilsynet har gitt Idrettshøgskolen konsesjon for at disse dataene oppbevares og lagres i et personregister. Dette registeret vil til enhver tid være beskyttet med passord på pc, og de arkiverte papirene vil være låst i skap slik at ingen uvedkommende får tilgang til opplysningene. (Hensikten med et slikt register er også at vi skal kunne følge deg og din utvikling dersom du ønsker en oppfølging).

Informasjonen som registreres om deg skal i hovedsak brukes for å vurdere din prestasjon og fysiologiske respons på gjennomført trening. Det kan også være aktuelt å benytte dataene i undervisning- og forskningssammenheng. I slike tilfeller vil informasjonen være anonymisert. Det vil si at de vil bli behandlet uten navn og fødselsdato, eller andre direkte gjenkjenner opplysninger. Det vil således ikke være mulig å identifisere deg i resultatene av eventuelle studier, dersom de publiseres. Du har muligheten til å trekke meg når som helst uten noen som helst form for konsekvenser.

I henhold til etiske retningslinjer for forskning på mennesker skal vi alltid innhente et skriftlig samtykke på at du frivillig tester deg, og at du godkjenner at personopplysningene med testresultater kan lagres i vår database, og brukes til de formål som er beskrevet over.

.....
Jeg, _____, bekrefter at jeg har mottatt informasjon og samtykker herved til at Idrettshøgskolen, UiT-Norges arktiske universitet, lagrer personopplysninger og testresultater i sin database

Testperson/utøver

Testleder/Fagansvarlig

Dersom det er noe du lurer på kan du kontakte fagansvarlig:

Forskningslaboratoriet i Alta: Tor Oskar Thomassen. E-mail: tor.o.thomassen@uit.no.

Forskningslaboratoriet i Tromsø: Svein.arne.petterson@uit.no



Idrettshøgskolen UiT

Forskningslaboratorium, Alta

Prosedyrer og protokoller for fysisk testing

Oktober 2021



Foto: Tor Oskar Thomassen

Innhold

| | | |
|----------------|--|-----------|
| 1 | Hensikten med prosedyrebok, oppbygging og innhold | 55 |
| 2 | Testing av idrettsutøvere..... | 56 |
| 3 | Testing av toppidrettsutøvere inkludert morgendagens utøvere..... | 58 |
| 4 | Bruken av Oxycon Pro | 60 |
| 5 | Bruken av Vyntus CPX..... | 9 |
| 6 | Bruken av Scout og Lactate Pro..... | 11 |
| 7 | Bruken av Biosen..... | 64 |
| 8 | Testprotokoller | 13 |
| 8.1 | <i>Laktatprofiltest</i> | 14 |
| 8.2 | <i>Testing av maksimalt oksygenopptak.....</i> | 69 |
| | <i>Prestasjonstester</i> | 71 |
| 9 | Vedlikeholdsrutiner og kalibrering..... | 21 |
| 9.1 | <i>Kalibrering av tredemøller</i> | 75 |
| 9.2 | <i>Kalibrering/måling av stormølle/rullemostand (Rodby).....</i> | 77 |
| 9.3 | <i>Kalibrering av Lode sykkel.....</i> | 78 |
| 9.4 | <i>Kalibrering av Oxycon Pro (Jaeger):.....</i> | 78 |
| 9.5 | <i>Kalibrering av laktatanalysator:.....</i> | 79 |
| Vedlegg | | 81 |
| | <i>Vedlegg 1</i> | 82 |
| | <i>Vedlegg 2.....</i> | 83 |
| | <i>Vedlegg 3.....</i> | 85 |
| | <i>Vedlegg 4.....</i> | 33 |

1 Hensikten med prosedyrebok, oppbygging og innhold

Hovedhensikten med denne dokumentsamlingen, er å samle dokumenter om testing av idrettsutøvere, testprotokoller og protokoller som beskriver bruken av testutstyr og kalibrering av dette.

Det er utarbeidet et eget dokumenthefte om ansvar og drift av forskningslaboratoriene. Her finner en dokumenter om HMS, spesielle tiltak i forhold til Covid-19, håndtering av personopplysninger, bestillinger og priser.

Denne dokumentsamlingen gir detaljerte instruksjoner for hvordan testingen skal gjennomføres slik at vi får like standarder på de protokollene som blir benyttet. Dette heftet kan benyttes som pensum i emnet «Fysisk testing» ved UIT, Idrettshøgskolen. I et eget kapittel er det utarbeidet egne prosedyrer for testing av toppidrettsutøvere. Slike tester skal også tilfredsstillende kravene til Olympiatoppen for de protokollene som gjennomføres, enten det er på løp, rulleski eller sykkel.

Originalen av dette heftet finnes på Idrettshøgskolens nettside og oppdateres av Fagansvarlig for Alta Forskningslab, som pr dato er Tor Oskar Thomassen. Forslag til endringer av og nye prosedyrer og retningslinjer skal forelegges fagansvarlig for lab´n før de gjøres tilgjengelig på nettet.

Det er påført redaktør for hvert av dokumentene for å tydeliggjøre hvem som står bak dette. Ønske om endringer i dokumentene må tas opp med denne redaktøren.

2 Testing av studenter og idrettsutøvere

Redaktør: Tor Oskar Thomassen

En test er en standardisert protokoll med bruk av pålitelig måleutstyr hvor hensikten er å måle fysiologiske eller psykologiske egenskaper, ferdigheter og tilstander. Et testbatteri er en samling av tester som hver for seg måler egenskaper og ferdigheter og som i sum er viktige for å kartlegge en utøvers egenskaper i idretten.

Regelmessig testing

Regelmessig testing er en sentral del av treningsprosessen. Ved Idrettshøgskolens forskningslaboratorier kan vi:

1. Teste fysiologiske parameter relatert til utholdenhet som VO_{2maks} , utnyttelsesgrad og arbeidsøkonomi. Hensikten er å kunne sammenlikne utøverens effekt og kapasitet med arbeidskravet i konkurranseøvelsen. På denne måten kan en finne ut hvor i prestasjonskjeden utøveren bør bli bedre (gap-analyse). Slike tester er spesielt viktig å gjennomføre i starten av treningsåret.
2. Teste utøveren slik at de får informasjon og økt innsikt i sentrale parameter som VO_{2maks} , laktat, hjertefrekvens, syklusfrekvens og opplevd anstrengelse (Borg) på ulik hastighet/watt. Informasjonen kan brukes til å utarbeide en individuell intensitetsskala (aerobe intensitetssoner) til den enkelte utøver, slik at en kan foreta en optimal intensitetsstyring. Fullverdig individuell intensitetsskala oppnås når en kombinerer disse dataene med data fra målinger på langkjøring og intervaller med bruk av ulike bevegelsesformer.
3. Teste utøverens utvikling av fysisk kapasitet i perioder hvor utøveren ikke gjennomfører konkurranser. Hensikten er å kvalitetssikre planlagt prestasjonsutvikling, men også kunne avdekke manglende treningsrespons. Slik kan en få justert treningen slik at den igjen gir ønsket virkning.
4. Teste utøverens prestasjonsevne i konkurranseperioden. Hensikten er å vite hva utøveren er i stand til å prestere (prognose), slik at utøveren kan utarbeide en hensiktsmessig pacing strategi.

Standardisering

Fra sesong til sesong oppnår etablerte toppidrettsutøvere sjeldent mer enn 1 % forbedring av prestasjonen i et suksessfullt år. Når vi tester må det derfor stilles strenge krav til at vi kan måle små endringer i fysisk kapasitet. Forskning og praksis har vist at det er mange forhold som kan gi variasjon i testresultatet og disse forholdene må i størst mulig grad standardiseres. Både testleder, trener og ikke minst utøver må ta ansvar for å standardisere testbetingelsene, og sikre like forberedelser og gjennomføring fra test til test. Standardisering av sentrale faktorer gir gode forutsetninger for å få pålitelige og gyldige målinger (testresultat).

Nedenfor har vi lagd en oversikt over sentrale faktorer som kan påvirke testresultater før og under laboratorietester, og som således bør standardiseres av testleder og utøver:

1. Standardiserte forberedelser til test (utøver ansvar):

- a. Gjennomfør testene i treningsuker med liten/standardisert treningsbelastning.
- b. Gjennomfør lik/liten treningsbelastning de to siste dagene før testen.
- c. Lik livsstil/livsbelastning (søvn, arbeidsbelastning i forbindelse med studier/ jobb).
- d. Standardiser mat og drikketidene før test.

2. Standardisert gjennomføring av test (testleder- og utøveransvar):

- a. Gjennomfør testen på samme tid på døgnet.
- b. Gjennomfør testen med samme bekledding (sko/klær).
- c. Bruk lik oppvarming fra test til test.
- d. Gjennomfør testene i samme rekkefølge.
- e. Bruk samme testapparatene og testutstyr.
- f. Bruk samme testprotokoll.
- g. Bruk de samme kriterier for godkjenning av testresultat.
- h. Inntak av drikket under test kan påvirke resultatet, og må være likt fra test til test.

Dersom utøveren er syk skal hun/han ikke testes.

Tester utendørs er vanskelig å standardisere, da faktorer som temperatur, vind, luftfuktighet, høyde over havet og underlag kan endre seg, og påvirke testresultatet. Skriv derfor alltid ned verdier på disse faktorene i forbindelse med testing utendørs.

3 Testing av toppidrettsutøvere inkludert morgendagens utøvere

Redaktør: Tor Oskar Thomassen

Testing av toppidrettsutøvere tilknyttet Olympiatoppen (OLT N) må tilfredsstillende kravene fastsatt av Olympiatoppen sentralt som har det overordnede ansvaret for utholdenhetstesting av topputøver. Definisjonen på topputøver i flg OLT (<https://www.olympiatoppen.no>):

- *Utøvere på særforbundenes landslag (senior og aldersbestemt), eller utøvere som representerer et særforbund i internasjonale konkurranser.*
- *Utøvere som er under kontrollert utvikling i regi av et særforbund mot å kunne konkurrere internasjonalt, og/eller del av særforbunds satsings- og talentutviklingsgrupper.*

Det understrekes at juniorløpere ikke er definert som toppidrettsutøvere. Unntak fra dette er juniorløpere som i hht reglement og grenens toppidrettsdefinisjon er kvalifisert for deltagelse i toppidrettsarrangement for senior.

Definisjonen på morgendagens topputøver: Morgendagens utøvere er de som på ulike nivå driver kvalitetsarbeid som normalt fører til å bli internasjonal topputøver.

Felles krav for testing øker sannsynligheten for pålitelige og sammenlignbare testresultater mellom testlaboratoriene. Et viktig formål med testingen av toppidrettsutøvere er å få samlet testdata på Norges beste utøvere i Olympiatoppens testdatabase. Hensikten er at historiske data kan brukes til forskning og utvikling av beste praksis. Slik kan prestasjons-bestemmende fysiologiske arbeidskrav bli synliggjort i de ulike idrettene, samt vise hvordan utøvernes trening påvirker resultatene på ulike tester.

Olympiatoppen sentralt tester i stor grad eliteutøvere. Idrettshøgskolen UiT gir tilbud både til eliteutøvere og morgendagens topputøvere. Det betyr at vi vil få yngre utøvere til testing. Det er fastsatt en nedre aldersgrense for testing av idrettsutøvere som skal være 16 år. For unge utøvere under 18 år kreves samtykke fra foreldre/foresatte.

Olympiatoppen har fastsatt følgende krav for laboratorier som skal teste toppidrettsutøvere i regi av Olympiatoppen:

- sertifiserte testlokaler med gjennomgang av sikkerhet (HMS)
- årlig gjennomgang og godkjenning av måleutstyr og kalibreringsrutiner
- registrert alle utførte tester i Olympiatoppens felles testdatabase
- bruke sertifiserte testledere til gjennomføring av all testing
- gjennomført årlig kvalitetskontroll av fagsjef for utholdenhetstrening
- deltagelse av en testleder på årlige fagmøter mellom testledere sentralt og regionalt
- tilstrekkelig datasikkerhet på lagring av data / arkivering av informerte samtykker

- Testresultater fra alle tester lagres i egen mappe på stasjonær PC på Forskningslab. Tilgang til denne PC\ n med tilhørende mappe gis bare til testleder og testere, som må logge seg inn med egen personlig påloggingskode.
- Utskrift av testen arkiveres alfabetisk i ringperm som er innelåst i skap

Kontaktpersoner for regionale testansvarlige innenfor utholdenhetstesting er:

Thomas Losnegård (fagansvarlig for utholdenhet i Olympiatoppen)

- Mobil: 99734184 og e-mail: thomas.losnegard@nih.no

Erlend Hem (leder av utholdenhetslaboratoriet ved Olympiatoppen)

- Mobil: 92406280 og E-mail: erlend.hem@olympiatoppen.no

Fagansvarlig for utholdenhet kan delegere ansvaret til andre fagpersoner om dette er formålstjenlig. Dette gjelder sertifisering av testledere, som er delegert til testansvarlig i den enkelte region.

Pr dato er Tor Oskar Thomassen fagansvarlig for OLT Nord Norge.

4 Bruken av Oxycon Pro:

Redaktør: Tor Oskar Thomassen

1. Skru på Woodway tredemølle
2. Skru på PC og skriv inn kode for å logge på.
3. Jaeger står på hele tiden og er klar til bruk. Evt. sett på Jaeger og vent i 15 minutter før kalibrering. Kalibrering starter når mølla er slått på og har kontakt med analysatoren
4. Kalibrere for «ambient air, volum og gass». Kan endre kun på luftfuktighet hvis du har testet tidligere, men volum og gassen må kalibreres for hver test.
5. Fest kalibreringsslangen til analysatoren.
6. Når du kalibrerer for volum: Ta alltid 2 kalibreringer selv om den første blir godkjent. Sørg også for at det ikke er store verdiforskjeller selv om den er godkjent.
7. Når du kalibrerer for gass: Skru gassflasken helt opp, for så å vri den ¼ tilbake.
8. Koble sammen munnstykket og sett den riktig vei på slangen.
9. Trykk på «patient» for å legge inn ny utøver med vekt, alder, høyde osv. Benytt ID: TS «semester» «årstall» «Initialer for utøver». Eksempel høst 2017: TSH2017TOT
10. Gå inn i «Mixing chambers»
11. Velg protokoll etter utøver (eller helst «manuell protokoll» slik at du kan styre mølla manuelt).
12. Velg «HIFStandard»
13. Trykk «F1» (utøver har i munnstykket og neseklype på) og sjekk at du får inn alle verdier.
14. Trykk «F1» fram til det står «test» (se igjen at du får inn alle verdier)
15. Velg «protokoll for løp» for å justere stigning/hastighet underveis
16. Ved avsluttet test: husk å trykke «F1» 2 ganger. Da får du spørsmål: «Save measurement»
17. Trykk «yes» for å lagre denne testen. NB! Meget viktig!
18. Velg «Print report» og skriv ut to eksemplarer av «Tabel M» og «Woodway sum» for løpstest, og «tabell lode» og «Lode sum» for sykkel.

5 Bruken av Vyntus CPX

Redaktør: Tina Pettersen Engseth

Oppstart - kalibrering

1. Trykk på «powerknapp» på harddisk (bakpå tralla), skjerm og skriver. Mens analysator ALLTID skal stå på
2. Passord for PC: 12345
3. Åpne programmet «LaunchSentrySuit». Du vil da få opp «startsidene» til analyseprogrammet, som viser 5 firkantbokser (Kalibrering – pasient – måling – rapport – review)
4. Åpne eventuelle vinduer slik at forholdene i rommet blir mest mulig lik test-situasjonen før du begynner å kalibrere utstyret
5. Sjekk at turbinen (svart propell som skal stå i miksekammeret under testing) står i analysatoren (kalibreringsboksen står på hylle under tastaturet). Turbinen skal da stå i kalibreringsporten foran på analysatoren og ha 2 ledninger (en rød og en hvit) hengende fast på seg
6. Trykk på firkantboksen «kalibrering» og velg «gasskalibrering»
7. Skru opp gassflaska helt – og så en kvart omdreining tilbake (gassflaska henger bak på tralla)
8. Trykk «start» kalibrering
9. Sjekk at verdiene/kalibreringen blir godkjent – grønn hake og «ok» på O₂ og CO₂ indikerer at kalibreringen er godkjent
10. Velg «kalibrering» oppe i høyre hjørnet av vinduet – velg så «volumkalibrering» (programmet vil hoppe automatisk inn til volumkalibrering)
11. Sjekk at turbin (propellen) står i analysatoren og trykk «start» kalibrering
12. Sjekk at verdiene/kalibreringen blir godkjent – grønt og «ok» (vises nede til høyre i vinduet)
13. Trykk «hjem» oppe til høyre i vinduet når kalibreringen er fullført
14. Plasser turbinen fast på miksekammeret på høyre side (ut-siden)
15. Koble på slange med munnstykke til miksekammer

Pasient – eller dersom ny – ny pasient:

- Alltid søk etter utøver (dersom man er usikker på om utøver har vært å testet seg tidligere). Søk ved bruk av etternavn. Finner man utøver «dobbelklikker» vi på navnet (som kommer opp i lista), og velger «nytt besøk» og gjør eventuelle endringer på f.eks. vekt.
- For ny utøver (velg ny pasient). Alle felt merket med * må være fylt ut. I tillegg legger vi til epostadresse og telefonnummer til utøver. I feltet for ID nummer skriver vi: Initialer først, etterfulgt av fødselsdato. Eks. Tina Pettersen Engseth, født: 05.07.86 får ID nummer: TPE050786

Gjennomføre testing/måling:

1. Velg måling ↓ (med pil ned), velg så CPET Miksekammer
2. Når testprogrammet åpnes, vil analysatoren jobbe litt før «start» knappen (oppe i venstre hjørne) blir aktiv
3. Trykk «start» -Vi får nå opp et nytt vindu (CPET Oppstart)
4. Under «enhetsvalg» finner vi et felt som heter «hjerterefrekvens». Trykk på den, og velg alternativ «Polar H10...»
5. Trykk «oppdater»
6. Legg Bluetooth kabel (tilhører polar pulsbelte) på siden av tralla, slik at den er så nær utøver som mulig
7. Sjekk at «ALTA_MANUELL» er valgt profil i «Profilvalg».
8. (Sørg for å gjøre de siste forberedelsene til testing nå. F.eks. at utøver ønsker å drikke)
9. Utøver puster nå inn i munnstykket, og tar på neseclipa. Trykk deretter «OK» nede til høyre i vinduet
10. Programmet går nå over i en «Check phase». Se at alle verdier registreres til høyre i vinduet (inkl. ventilasjon, pust, oksygenopptak og HF)
11. Trykk «Neste fase» til du kommer til «testfasen» (hvilefase, oppvarmingsfase og så testfase)

12. Sjekk igjen at alle data blir registrert til høyre i vinduet (samme som over)
13. Sørg for å ha klar stoppeklokke, og start test når klokke i programmet er på et «helt tall» (01:00-02:00-03:00 e.l.)
14. Ved bruk av tredemølle/sykkel justerer vi hastighet/watt manuelt
15. Stopp stoppeklokka i det utøver bryter testen
16. (Dersom utøver løper på tredemølle skal mølla stoppes før vi gjør noe videre på PC'en)
17. Trykk «Neste fase» i programmet (oppe til venstre)
18. Trykk «Stopp»
19. Det dukker nå opp et nytt vindu. Trykk «avslutt»
20. Trykk på knappen med bilde av skriver oppe i høyre hjørne, og skriv ut tabellen. I tabellen kommer det opp to tomme kolonner. I kolonnen for «TID» skrives slutt-tiden for testen (se stoppeklokka). Kolonnen «Last» er for opplevd belastning. Her ber vi utøveren definere hvor hardt de tok seg ut (Borg-skalaen). Skriv også inn hastighet manuelt (står 0.0 i kolonnen for hastighet, så her må vi bare overskrive)
21. Trykk «hjem»
22. Nå er testen lagret på utøver og vi kan avslutte program eller gå videre med ny utøver (følg trinnene på nytt fra og med kalibreringen)

6. Bruken av Scout og Lactate Pro2

Redaktør: Tor Oskar Thomassen

Laktatmålerapparatet «Lactate Scout» og Lactate Pro2, brukes både i lab og ute i felt når en ønsker å måle laktat under treningsøkter i ballspill, ved løp, rulleski og ski. Dette måleapparatet har vist seg å være stabilt og presis dersom man følger riktig prosedyre:

1. Sett strips med rett kalibreringstall inn i apparatet.
2. Tørk av fingeren med en fuktet bomullspad.
3. Pass på å få punktert finger med en god lancet (nål), slik at det kommer nok blod fra fingeren.
4. Stikk i ringfinger eller langfinger litt på siden og foran fram mot negl. Bruk en lancet som går dypt nok til at du får tilstrekkelig med blod, f. eks: «Medisafe Lancet»

5. Tørk vekk første bloddråpe med papir og se at fingeren er helt fri for svette.
6. Før kalibreringsstripsen helt rolig mot bloddråpen slik at bloddråpen trekkes inn i stripsen. Du skal aldri berøre stripsen mot huden.
7. Vent 10sek og noter straks ned resultatet du ser i displayet (eks. 3,5mmol/l)
8. Sett på en tape på fingeren for å hindre blod å komme på utstyr/apparatur. Spesielt gjelder dette for utøvere som går på rulleski på skimølla.
9. Ved bruk av ny pakke må en alltid passe på at kalibreringsnummeret på pakken stemmer overens med kalibreringsnummeret som vises i displayet på

7. Bruken av Biosen

Redaktør: Tor Oskar Thomassen

Laktatmålerapparatet «Biosen» er også et instrument som viser svært nøyaktig verdier av blodlaktat. Dette apparatet bruker bare på testlab. Apparatet står alltid på og tilkoblet strøm i modus «stand by». Viktige prosedyrer:

1. Hent rød ampulle fra kjøleskapet (i laktat standard), og sett i rett hylse i Biosen (std 1)
2. Trykk på start av apparatet slik at det får stå til oppvarming (ca 10min)
3. Biosen varmer opp og tar en analyse av standard (rød ampulle).
4. Apparatet er etter kalibrering klar til å analysere blodprøver.
5. Vask finger med fuktet bomullspad.
6. Stikk i ring- eller langfinger slik at du får nok blod fra fingeren.
7. Tørk vekk første bloddråpe og svette.
8. Ta fram kapillærrør og fyll dette røret helt opp uten å få inn luft.
9. Slipp kapillærrøret forsiktig i ampullen (en blank ampulle).
10. Vend og snu kontrollert på ampullen 20 ganger før du setter den ned i hylsen.
11. Apparatet gjør nå en analyse som tar ca 30sek før du ser resultatet i displayet.
12. Sett på en tape på fingeren til utøveren for å hindre blod å komme på utstyr/apparatur. Spesielt gjelder dette for utøvere som går på rulleski på skimølla.

Vær oppmerksom på at Biosen er noe «strengere» i målingene enn de handholdte apparatene, dvs Biosen måler litt høyere når intensiteten er på 2 og 3 (0,3 mmol). På Intensitet 4 og 5 måler Biosen ca 1 mmol/l høyere

Ved ca 100 målinger der vi har brukt/sammenlignet Biosen og Scout på samme bloddråpe, så viser det følgende forskjeller (minus betyr høyere verdi på Scout, og pluss betyr høyere verdi på Biosen):

Intensitet 1 (0,7-1,5 mmol/l): -0,04

Intensitet 2 (1,5-2,5 mmol/l): + 0,29

Intensitet 3 (2,5-4,0 mmol/l): + 0,36

Intensitet 4/5 (4,0-8,0 mmol/l): + 1,0

8. Testprotokoller

Redaktør: Tor Oskar Thomassen

I denne delen av heftet er det samlet testprotokoller for gjennomføring av følgende tester:

- **Laktatprofiltesting**
- **Testing av maksimalt oksygenopptak ($\text{VO}_{2\text{max}}$)**

8.1 Laktatprofiltest

Laktatprofiltester brukes for å kartlegge fysiologisk respons ved ulike submaksimale arbeidsbelastninger. Hjerterefrekvens, oksygenopptak, laktatkonsentrasjon, ventilasjon og pustefrekvens er sentrale fysiologiske parameter som måles og registreres i databasen. I tillegg registreres syklusfrekvens og subjektiv belastningsfølelse ved hjelp av Borgs-skala (6-20).

Det er en grunnleggende forutsetning for senere tolkning av resultater at laktat-konsentrasjonen etter 1. og 2. belastning er stabil «hvileverdi», og at det bør gjennomføres fem til syv belastningstrinn. I de ulike protokoller er det videre vektlagt en belastningstid som sannsynliggjør en avflatning og stabilisering (Steady state) av de fysiologiske måle parametere.

Oppvarming

Der oppvarmingen ikke er en del av testprotokollen, skal utøver gjennomføre en svært rolig (nedre del av I-sone 1) standardisert oppvarming i ca. 10 minutt. Oppvarmingen bør gjennomføres på samme type ergometer som utøveren skal testes i. Pass på at utøverne ikke gjennomfører noen drag med høyere intensitet før testing av laktatprofil. Etter oppvarming gis det en pause på ca. 2-5 min til ulike forberedelser (driking, toalettbesøk, skift av sko/tøy).

Testprosedyre

I forbindelse med laktatprofiltester skal en bruke idrettsspesifikke ergometer vist i tabell 4. Alle laktatprofilprotokollene gjennomføres ved at belastningen økes ved fastsatte tidspunkter og med faste belastningstrinn. Dersom utøveren er testet før, er belastningsoppsettet gitt. Er utøveren ”ny”, må man foreta et skjønnsmessig valg i samarbeid med trener og utøver.

Hvert belastningstrinn varer i 4 eller 5 min. Arbeidsbelastningen bestemmes ut ifra idrettsgren og ergometer (se protokoller under). Økningen av belastning mellom hvert trinn bør tilsvare en økning i $\dot{V}O_2$ i området på 4-5 ml/kg/min.

Felles for alle laktatprofilprotokollene er:

- Antall belastningstrinn er 5-7
- 30, 60 sek eller 2 min pause mellom hvert trinn (unntaket er sykkel som er kontinuerlig arbeid).
- På hvert belastningstrinn registreres følgende målinger/data:
 - $\dot{V}O_2$, ventilasjon og R-verdi måles i ett minutt og avsluttes 60 s før slutt på hvert trinn. NB: Munnstykket settes inn minimum 20 sekunder før start måling (1.20min totalt).
 - HF måles de siste 30 sekundene på hvert trinn.
 - Syklusfrekvens telles og registreres på slutten av hvert belastningstrinn
 - Testleder spør utøvere om opplevd anstrengelse (Borg) før fingerstikk (blodprøve) på hvert belastningstrinn.

- Blodprøve (fingerstikk) tas i pausen (sykkel tar måling mens arbeidet pågår), og analyseres for laktat.
- Testen avsluttes når laktatverdi overstiger grensen som er satt for den enkelte idrett.

Tabell 4: Spesifikke forhold knyttet til de ulike ergometrene

| LØPING PÅ TREDEMØLLE | |
|--|--|
| Varighet på hvert belastningstrinn: | 5 minutter |
| Pause: | 30 sekunder |
| Stigning: | 1,75% eller 10,5% (eventuelt 5,25% -juniorer, damer, andre) |
| Startfart: | Bestemmes ut ifra nivå (begynn heller for lavt enn for høyt) |
| Økning mellom hvert trinn: | <u>Stigning 1,75% og 5,25%:</u> 1,0 km/t. Av og til 1,5 km/t i starten <u>Stigning 10,5%:</u> 0,8km/t for kvinner og 0,9 km/t for menn |
| Estimat for beregning av AT _↓ : | 2,1 mmol/l over snittverdien av de to laveste verdiene |
| SYKKEL | |
| Varighet på hvert belastningstrinn: | <u>Syklister:</u> 5 minutter <u>Skøyter/alpinister:</u> 4 minutter |
| Pause: | Ingen pauser mellom belastningstrinnene |
| Tråkkfrekvens: | 90 rpm (unntaksvis individuelle avvik) |
| Startwatt: | Bestemmes ut ifra nivå (begynn heller for lavt enn for høyt), og starter på "nærmeste hele" 25 watt for herrer, og 20 watt for kvinner. |
| Økning mellom hvert trinn: | 20 watt for kvinner, og 25 watt for herrer. |
| Blodprøve: | Tas siste 20 sek av hvert trinn - analyseres for laktat. |
| Estimat for beregning av AT _↓ : | 2,1 mmol/l over snittverdien av de to laveste verdiene |
| Laktatverdi som viser at laktatprofiltest kan avsluttes: | > 4,0 mmol/l |
| STORMØLLE - RULLESKI | |
| Varighet på hvert belastningstrinn: | 5 minutter |
| Pause: | 2 min |
| Stilart: | Skøyting eller klassisk (staking) |
| Rulleskihjul: | 2er hjul IDT <u>Dobbeldans:</u> Startfart: Ut i fra kjønn og nivå. Eks: 3m/s (10,8 km/t) Vinkel (konstant): 5% Økning i hastighet med 1 km/t <u>Staking:</u> Startfart bestemmes ut i fra nivå. Normalt 3-4 m/s Vinkel: 2° (3,5%) for junior og 4° (7%) for seniorer Økning i hastighet med 1 km/t |
| Estimat for beregning av AT _↓ : | 2,1 mmol/l over snittverdien av de to laveste verdiene |

8.2 Testing av maksimalt oksygenopptak

Maksimalt oksygenopptak ($\dot{V}O_{2\text{maks}}$) er utøvernes maksimale evne til å ta opp og forbruke oksygen. Dette er den viktigste fysiologiske parameteren for å kunne prestere i utholdenhetsidretter.

Oppvarming

Utøver gjennomfører en standardisert konkurranseoppvarming på omkring 30 minutter i forkant av testen. Gjennomføres det en laktatprofiltest i forkant av $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ -testen, fungerer dette som utøverens oppvarming.

Testprosedyrer og kriterier for godkjent test

Den maksimale aerobe effekten måles ved at utøveren gjennomfører en trinnvis økende belastning hvert minutt til tilnærmet utmattelse. Varigheten av testen bør minimum vare i 4-5 minutter, og maksimalt i 10 minutter. Dersom utøveren er testet før, er belastningsoppsettet gitt. Er utøveren ”ny”, må man foreta et skjønnsmessig valg i samarbeid med trener og utøver. En bør tilstrebe at siste belastningsstrinn holdes i minst 1 minutt. Disse betingelsene gjøres kjent for utøveren før teststart og det er utøverens ansvar å signalisere underveis når denne belastningen er nådd.

Utøveren sekunderes kontinuerlig og motiveres til utmattelse. Hjelpeskriterier for å sikre at $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ er oppnådd er at to av følgende kriterier er oppnådd:

- Platå i $\dot{V}O_2$ er oppnådd (minimum 1 minutt)
- Økning i ventilasjon, men samtidig utflating av $\dot{V}O_2$ -verdi
- RER over 1.10 / 1.05 etter laktatprofiltest
- Laktatverdi over 8 (BIOSEN)

$\dot{V}O_{2\text{maks}}$, belastningsforløp og tid til utmattelse logges inn i testdatabasen sammen med utvalgte parametere. Videre angis spesifikke forhold knyttet til testing med ulike ergometer. Felles for alle protokoller er at følgende data registreres:

- Høyeste $\dot{V}O_2$ over ett minutt registreres.
- Belastningsforløpet (fart, watt og stigning)
- Høyeste målte verdi for ventilasjon, hjerterefrekvens, pustefrekvens, respiratorisk utvekslingskoeffisient og Borg-verdi (6-20) registreres.

Spesifikke forhold knyttet til testene på de ulike ergometrene

Løp på tredemølle

Starthastigheten på testen skal være omkring 1,0 km/t (ett belastningstrinn) under anaerob terskel. Deretter økes hastigheten med normalt 1,0 km/t hvert minutt (evt. ½ km/t på slutten). Testen gjennomføres til utmattelse. Helningsvinkel bestemmes av idrettsgren.

Det følgende brukes som veiledning:

- **1,7 % (1°):** Friidrett (løp)
- **5,3 % (3°):** Friidrett (løp), triatlon, ro, padling damer, svømming, fotball, håndball, volleyball, andre ballspill, ishockey, badminton, tennis, boksing, kickboksing, judo, karate, bryting, andre kampsporter, alpint, snowboard, telemark, dans, klatring, seiling, skyting, vektløftning, motorsport, kunstløp, seiling
- **10,5 % (6°):** Langrenn, kombinert, skiskyting, orientering, padling, roing, alpint, hundekjøring

Håndsignal: Tommel opp for fartsøkning. Flat hand for ingen økning

NB! Bruk alltid vater for å kontrollmåle helningsvinkel på løpsmølla

Sykkel

Start belastning (watt) på testen skal vanligvis være ett til to belastningstrinn (20-25 watt) under anaerob terskel. Deretter økes belastning med normalt 20 watt (kvinner) eller 25 watt (menn) hvert minutt. Testen gjennomføres til utmattelse. Tråkkfrekvensen er valgfri, men er normalt over 90 Rpm. $\dot{V}O_{2maks}$ testen på sykkel benyttes primært av syklister, triatleter, skøyteløpere, alpinister og ishockeyspillere. Håndsignal: Tommel opp for fartsøkning. Flat hand for ingen økning

Stormølle – rulleski

Testing av VO_{2maks} på stormølle gjennomføres som en 4-6 minutters prestasjonstest i dobbeltdans eller staking. Testen benyttes av langrennsløpere, skiskyttere og kombinertløpere.

- **Dobbeldans:**
 - Stigning: 7 % (4°)
 - Utgangsfart første 30sek må settes etter utøverens nivå. Eks starthastighet på 12 km/t for en utøver med oksygenopptak på 70 ml/min/kg
 - Fartsendring: Økning av hastighet hvert minutt med 1 km/t. Det sekunderes kontinuerlig og utøveren motiveres til utmattelse. En bør tilstrebe at siste belastningstrinn holdes i minimum ett minutt. Det er utøverens ansvar å signalisere når denne belastningen er nådd.

- **Staking**

- Stigning: 7%.
- Utgangsfart første 30sek må være etter utøvernes nivå
Eks: Gutter: 3,5 m/s (12,6km/t). Jenter: 3,0 m/s (10,6 km/t)
- Fartsending: Økning av hastighet med 1 km/t hvert minutt

7.1.1 Prestasjonstester

Staketest på stormølla

Denne testen gjennomføres som en forlenget laktatprofil, til utmattelse. Belastningen økes trinnvis hvert 5 minutt, med 1 minutt pause mellom hvert trinn. Stigningen er 3,5 % gjennom hele testen, og hastigheten økes med 1,8 km/t mellom hvert trinn. Dette gjelder for juniorer og kvinner. For seniorer er stigningen 7% og økningen i hastighet 1 km/t hvert minutt.

Funksjonell terskelpower (FTP)

Testen gjennomføres ved en 20 min maksimal test på sykkel, der utøveren selv styrer belastningen. Snittwatten på 20 min arbeid tilsvarer ca.105 % av hva du ville kunne prestert på en times arbeid. For å estimere watten du kan klare å holde i en time må det derfor trekkes av 5 % fra gjennomsnittswatten på 20 min testen. Eks. Hvis utøverne har 200 W i snitt på 20 min testen, regner vi at din FTP (watt ved 60 min maksimalt arbeid) er $200 * 0,95 = 190W$.

Prestasjonstest på sykkel med måling av $\dot{V}O_{2peak}$

Start belastning (watt) på testen skal vanligvis være to belastningstrinn (40 watt for kvinner, og 50 watt for menn) under laktat terskel (estimert), hvor intensjonen er å ha en varighet på $\dot{V}O_{2peak}$ testen/prestasjonstesten fra 8 til 10 minutter. Testen starter på nærmeste hele 25 watt for menn, og 20 watt for kvinner. Belastningen økes hvert minutt, og med 20 watt for kvinner og 25 watt for menn. Testen gjennomføres til utmattelse, og når tråkkfrekvensen faller under 60 rpm. Tråkkfrekvensen under testen er valgfri, men er normalt over 90 rpm. Snittwatt siste minuttet beregnes og laktat måles etter 1 minutt. Testen benyttes primært av syklister.

FTP-test på Watt Bike sykkel

Testing av FTP skal gi et indirekte mål på anaerob terskel. Ved å sykle 20 min på høyeste belastning, så vil denne testen kunne gi et mål på hvor høye belastning (Watt) en person kan holde i 60 min ved å multiplisere gjennomsnittswatt i 20 min med 0.95. En FTP test på 20

min på Watt Bike gir en rekke nyttige opplysninger som utøveren kan ta med seg i sitt videre treningsarbeid. Se nedenfor:

FTP test-20 min maks (beregning av anaerob terskel)

Motstand hjul: Motstand magnet:

| | |
|--------------------------|---------------------------|
| Sete vertikalt: | Styre vertikalt: |
| Sete horisontalt: | Styre horisontalt: |

| | |
|-----------------------------|--|
| Snitt watt | |
| Terskelwatt | |
| Max Minute Power | |
| HF snitt | |
| HF terskel | |
| HF peak 184 | |
| VO ₂ max estimat | |
| MET | |
| Power peak | |
| Watt pr kg | |
| Kadens | |
| Kadens peak | |
| Gjennomsnittsfart | |
| Distanse | |
| Force L/R | |

Wingate test: Maksimal test på Power og anaerob utholdenhet

Wingate testing-30 sek med maks start (5 sek flying)

Motstand hjul: Motstand magnet:

| | |
|--------------------------|---------------------------|
| Sete vertikalt: | Styre vertikalt: |
| Sete horisontalt: | Styre horisontalt: |

| | |
|---------------------------------|--|
| Maks Watt (peak) | |
| Maks Watt pr kg | |
| Snitt Watt, 30 sek | |
| Snitt Watt pr kg, 30 sek | |
| Maks kadens | |

| | |
|-------------------------------|--|
| Snitt kadens | |
| Watt 0-5 sek | |
| Watt 6-10 sek | |
| Watt 11-15 sek | |
| Watt 16-20 sek | |
| Watt 21-25 sek | |
| Watt 26-30 sek | |
| Power 5 sek maks | |
| Power 5 sek min | |
| Trøtthet i % | |
| Snitt hastighet i km/t | |
| Distanse i m | |
| % kraft V/H | |
| Maks vinkler | |
| HF maks | |
| HF snitt | |

9. Vedlikeholdsrutiner og kalibrering

Redaktør: Tor Oskar Thomassen

Regelmessig og nøyaktig kalibrering av måleinstrumenter og ergometre er en forutsetning for god målenøyaktighet. Samtidig gir det oss verdifull informasjon som sikrer tilstrekkelig vedlikehold. Kalibrering krever at en sammenligner måleinstrumentet/ergometeret mot en «sann» referanseverdi, eller et annet instrument som er mer nøyaktig (gullstandard). Dersom det i forbindelse med kalibrering oppdages avvik, må vedkommende instrument justeres og klareres før det brukes i videre testing.

Kalibrering av ergometer skal skje hver 3. måned, og loggføres i eget notat. Notatet skal være synlig (henges på veggen) i det enkelte utholdenhetslaboratorium. I forbindelse med den årlige sertifiseringen i november/desember skal rutinene for kalibrering godkjennes. Deretter arkiveres notatet i en egen perm hos det enkelte regionale kompetansesenter. Nedenfor er kalibreringsprosedyrene for følgende ergometre beskrevet:

- Tredemøller (Woodway)
- Stormølle (Rodby)
- Lodesykkel

9.1 Kalibrering av tredemøller

Kalibreringen av tredemøller (løping og stormølle til ski/skøyter) som brukes til testing foretas av leverandørens tekniske avdeling ved levering. Tre-måneders kalibreringen innebærer at en sjekker ut at fart og helningsvinkel på møllene er riktige, samt rullemotstanden på stormølla. Dersom det mellom kalibreringsrutinene oppnås «mistenkelige» VO₂-verdier i forhold til arbeidskrav, feilsøkes både ergospirometrisystem og ergometer.

Kalibrering av fart

1. Kalibrering av fart ved hjelp av tidtaking over en målt distanse:

Start med å måle omkretsen på båndet. På tredemøller med heltrukne bånd, måles omkretsen med målebånd. På lamell-møller måles omkretsen ved å multiplisere distansen fra starten på en lamell til starten på neste lamell (Woodwaymøller har normalt 6,0cm fra lamell til lamell, mens Lode har 4,0cm) med det totale antall lameller på båndet (se evt spesifikasjoner fra mølleprodusent). Deretter måles tiden på en omdreining av møllebåndet. For å måle nøyaktig settes det en markør på karosseriet og på møllebåndet. Sett møllen på den farten som skal kontrolleres, og ta tiden på en full omdreining. Farten kontrolleres på henholdsvis 10, 15 og 20km/t (10, 20 og 30km/t på stormølla), både med og uten utøver på mølla. Tiden måles ved hjelp av et videokamera/mobiltelefon, med en oppløsning på minst 50 bilder (halvbilder) per sekund. Film vinkelrett på mølla, og analyser videoopptaket i Coach's Eye eller Dartfish. I denne softwaren kan en ved hjelp av analyseknappen ta tiden markøren bruker på å tilbakelegge oppmålt distanse. Distansen deles på antall sekunder for å få farten i m/s. For å regne om fra m/s til km/t multipliseres resultatet med 3.6. Avviket faktisk fart med mer enn 0,1 km/t fra det som vises på displayet, må en kontakte leverandøren av tredemølla eller sjekke møllefarten ut ved hjelp av Qualisys motion Capture system (NIH/NTNU).

2. Kalibrering av fart ved hjelp av stroboskopi (kun lamell-møller):

På Woodwaymøller er avstanden mellom hver lamell 6,0cm. Testlaboratoriet på Olympiatoppen har 50 Hz lysstoffrør som lyskilde. Disse «lyser med 100 blink/sek» og lamellenes skyggemønstre vil kunne brukes på gitte standardhastigheter. Tilsvarende et stroboskop på en platespiller, vil skyggene stå i ro (synkronhastigheter) ved henholdsvis 10.8, 14.4 og 21.6 km/t.

Kalibrering av helningsvinkel på stormølle (Rodby)

Løpemølle og stormølle bør kalibreres på relevante testprotokollvinkler (eks $1^\circ/1,7\%$ og $6^\circ/10,5\%$ på løpemøller). Det anbefales at møllevinkelen kalibreres ved hjelp av en av disse to metodene:

1. Kalibrering ved hjelp av et digitalt vater:

Metoden krever et vater fra en pålitelig produsent som f.eks. Bosch (såkalte «blåverktøy»), som er minst 1.20 meter langt. Vateret kalibreres i henhold til produsentens spesifikasjoner. I tillegg bør det dobbeltsjekkes at vateret måler riktig ved å legge det på en nøyaktig $10,5\%$ «mal». Vateret legges på karosseriet parallelt med båndet, og plassering markeres for å sikre at dette blir likt fra gang til gang. Gjennomfør målingen av vinkel to ganger, og noter ned snittverdien i kalibreringsskjema. Dersom snittet avviker med mer en $0,1^\circ$ i forhold til mølledisplayet, kontaktes leverandør for service/kalibrering og /eller helningsvinkel sjekkes ut ved hjelp av Qualisys motion Capture system (NIH/NTNU).

2. Kalibrering ved hjelp av trigonometri:

Våre løpeprotokoller gjennomføres på 1° , 3° og 6° , og kontroll av helningsvinkel kan dermed gjøres ved hjelp av trigonometri. Vatret gulv (a) og vertikal stigning (b) danner to katetre, mens løpebåndet representerer hypotenusen (c). Regner man ut tangens for 1° , 3° og 6° , får man 0.0175, 0.0524 og 0.1051, som da er forholdstallet mellom b og a ($b \times a^{-1}$). Dette betyr 1.75 cm vertikal stigning per horisontale meter for 1° , 5,24 cm for 3° og 10,51 cm for 6° . Prosentvis stigning er derfor tangens til vinkelen $\times 100$. I praksis kan man altså regne 1.75 % per grad innenfor våre protokoller. Ved økende vinkler må man på grunn av stadig større forskjell mellom c og a, regne ut i enten prosent eller grader (eks; $45^\circ=100\%$). Vi benytter en ferdig trigonometrial med 2 meters horisontal katet og hvor vertikale høydeforskjeller multipliseres med 2.

Dette betyr: 1° tilsvarer 1,75%, 3° tilsvarer 5,25% og 6° tilsvarer 10,5%

9.2 Kalibrering/måling av stormølle/rullemostand (Rodby)

Både båndet på mølla og hjul/lagre på rulleskiene påvirker rullemostanden. Rullemostanden vil igjen påvirke energikostnaden ved en gitt hastighet/helning. Det er derfor viktig at rullemostanden noteres hver gang en utøver gjennomfører en test eller standardisert økt på rulleski.

Rullemostanden måles via en kraftcelle (RES2 S-beam load cell, Loadstar Sensors), montert foran mølla og koblet til et tau som utøveren holder statisk og parallelt med bakken mens de står på mølla. Etter 10 min oppvarming (med rulleskiene som skal brukes under testen/økten), måles rullemostanden kontinuerlig over 2 minutter ved 2% stigning og 15 km/t. Gjennomsnittet noteres, sammen med testresultatene.

Hensikten med disse målingene er å avdekke ved et tidlig tidspunkt når rulleskiene begynner å bli slitt og hjulene bør byttes ut. I tillegg kan rullemostanden brukes for å utregne mer nøyaktig hvilke ytre belastning (watt) utøveren har vært utsatt for under hvert belastningstrinn, sammenlignet med tidligere tester. For å kunne gjøre dette må det først lages korreksjonsfaktorer som viser hvor mye en gitt endring i rullemostand påvirker energikostnaden ved ulike hastigheter/vinkler.

9.3 Kalibrering av Lode sykkel

Lode Excalibur sykkelen skal kalibreres årlig. Kalibreringen krever spesial utstyr og kompetanse. Olympiatoppens regionale avdeling i innlandet (Lillehammer) har både utstyr og kompetanse til å gjennomføre denne type kalibrering av Lode sykkelen. Ta kontakt med TiMik i Oslo (tidligere AkuMed) eller Joar Hansen på Olympiatoppen Innlandet / Høgskolen i Lillehammer for å avtale gjennomføring av denne kalibreringen (Joar.Hansen@hil.no)

9.4 Kalibrering av Oxycon Pro (Jaeger):

Før første test (hver testdag) settes omgivelsesforhold (temperatur, lufttrykk og luftfuktighet) før gass og volum kalibreres. Ved kontinuerlig testing skal det gjennomføres minst en gasskalibrering hver time og kalibrering av volum + omgivelser hver annen time.

Drift/vedlikehold:

- O₂- cellene i Jaeger Pro analysatoren har en oppgitt levetid på 24 mnd. Vi anbefaler skifte ca. hver 18 mnd.
- Ved mye testing vil samplingslangen (permapure) «mettes» med fuktighet og man må ha en tørr slange tilgjengelig. I tillegg må miksekammer avfuktes regelmessig med hårføner eller lignende.
- Ekspirasjonsslangen sjekkes minimum en gang i uken for eventuelle lekkasjer.

Kvalitetssikring foretas i tillegg til punktene ovenfor, ved at man alltid sammenligner målte submaksimale «steadystate»-verdier opp mot tidligere tester både på individnivå og mot historisk referansemateriale. Hvert laboratorium skal i tillegg systematisere sine data i tilsvarende regresjonslinjer.

Regelmessig submaksimale målinger på samme person gir også en pekepinn på om det som måles er likt som tidligere. Drift i systemet er ikke så lett å oppdage dersom det alltid er «nye» utøvere, og man ikke har «gjengangere» som referanseperson. I slike tilfeller kan testleder brukes til dette formålet. Han/hun kan da regelmessig gjennomføre en laktatprofiltest på gitte submaksimale belastninger for å sjekke at de er like (på samme fart og helning) som ved tidligere tester. Ved avvik bør en foreta en grundigere sjekk ved hjelp av en mekanisk lunge (Timik), eller ved å teste flere VO₂-systemer mot hverandre.

9.5 Kalibrering av laktatanalysator:

Per dags dato er det to laktatanalysatorer som er godkjent til bruk på laboratorium ved OLT:

1. Biosen (EKF diagnostic)

Daglig kalibrering foretas med ny kalibreringskuvette (Biosen om morgnen før teststart, og deretter hver time dersom testing foregår over lengere tid.

Rutiner for kalibrering av Biosen finnes i tilhørende manual til måleapparatet.

I Alta og Tromsø brukes i tillegg håndholdte apparat som Lactate Scout og Laktat Pro2. Disse apparatene kan også tas med ut i felten for målinger ved løp, rulleski, sykling osv.

Kalibrering av disse gjøres ved å passe på at stripsene har samme nummer som kalibreringstallet som vises i displayet på apparatet.

Redaktør: Tor Oskar Thomassen

Tabell 5: Ulike ergometre ved UIT, Idrettshøgskolen til utholdenhetstesting, spesifikasjoner og kalibreringsrutiner

| 1Ergometer og test | Spesifikasjoner | Kalibreringsrutiner |
|---|---|---|
| Tredemølle for løping - $\dot{V}O_{2maks}$ - Laktatprofiltester - Prestasjonstester - HF-maks test | Woodway (ELG) Minimumsmål: 200 x 70 cm Hastighet (min): 0 – 25 km/t Vinkel (min): 0 – 21 % | 1.Kalibrer møllevinkel: - Sjekk at tredemølle-bånd er i vater ved 0 % - Sjekk vinkel ved 1,7 %, 5,3 % og 10,5 % 2.Kalibrer møllefart: - Sjekk farten ved 10, 15 og 20km/t |
| Sykkelergometer - $\dot{V}O_{2maks}$ - Laktatprofiltester - Prestasjonstester - HF-maks test | Lode Excalibur Sport (elektromagnetisk bremsing) Belastning (min): 8-2500 watt | Kalibreres hos leverandør minst hvert 3. år Kan kalibres med spesialutstyr (HiL eller AkuMed). Enkel ukentlig sjekk. Se manual fra leverandør. |
| Stormølle for rulleski - $\dot{V}O_{2maks}$ - Laktatprofiltester - Prestasjonstester | Type: Rodby Minimumsmål: 2,5 (bredde) x 3,0m Hastighet: 0 - 8 m/s (30 km/t) Vinkel: 0 – 15 % | 1.Kalibrer møllevinkel: - Sjekk at tredemølle-bånd er i vater ved 0 % - Sjekk vinkel ved 5, 10 og 20 % 2.Kalibrer møllefart: - Sjekk farten ved 10, 20 og 30km/t 3.Noter rullemotstand på rulleskiene (før hver test) |

Vedlegg

Som vedlegg til dette prosedyreheftet følger:

1. Samtykke-erklæring til bruk av opplysninger til forskningsformål
2. Samtykke-erklæring for lagring av personopplysninger (Olympiatoppen)
3. Eksempel på laktatprofil
4. Koronatiltak, Covid-19

Vedlegg 1



Samtykkeerklæring for testing ved UIT, idrettshøgskolen, og bruk av opplysninger til forskningsformål

Du har bestemt deg for å gjennomføre testing på Forskningslaboratoriet ved Idrettshøgskolen, UiT-Norges arktiske universitet. I den forbindelse vil personopplysninger og fysiologiske data (opplysninger om deg, din vekt, høyde, fødselsdato, hjerterefrekvens, pustevolum og frekvens, arbeidsinnsats og forhold under testen) bli registrert. Datatilsynet har gitt Idrettshøgskolen konsesjon for at disse dataene oppbevares og lagres i et personregister. Dette registeret vil til enhver tid være beskyttet med passord på pc, og de arkiverte papirene vil være låst i skap slik at ingen uvedkommende får tilgang til opplysningene. (Hensikten med et slikt register er også at vi skal kunne følge deg og din utvikling dersom du ønsker en oppfølging).

Informasjonen som registreres om deg skal i hovedsak brukes for å vurdere din prestasjon og fysiologiske respons på gjennomført trening. Det kan også være aktuelt å benytte dataene i undervisning- og forskningssammenheng. I slike tilfeller vil informasjonen være anonymisert. Det vil si at de vil bli behandlet uten navn og fødselsdato, eller andre direkte gjenkjenner opplysninger. Det vil således ikke være mulig å identifisere deg i resultatene av eventuelle studier, dersom de publiseres. Du har muligheten til å trekke meg når som helst uten noen som helst form for konsekvenser. Testingen vil bli gjennomført etter oppdaterte retningslinjer og regler for HMS og smittevern, spesielt i forhold til Covid-19 pandemien i 2020.

I henhold til etiske retningslinjer for forskning på mennesker skal vi alltid innhente et skriftlig samtykke på at du frivillig tester deg, og at du godkjenner at personopplysningene med testresultater kan lagres i vår database, og brukes til de formål som er beskrevet over.

.....
Jeg, _____, bekrefter at jeg har mottatt informasjon og samtykker herved til at Idrettshøgskolen, UiT-Norges arktiske universitet, lagrer personopplysninger og testresultater i sin database

Testperson/utøver

Testleder/Fagansvarlig

Dersom det er noe du lurer på kan du kontakte fagansvarlig:

Forskningslaboratoriet i Alta: Tor Oskar Thomassen. E-mail: tor.o.thomassen@uit.no.

Vedlegg 2



Samtykkeerklæring for lagring av personopplysninger – Toppidrettsutøvere inkl. morgendagens utøvere

Navn på utøver (blokkbokstaver): _____

1. Formål:

For at Olympiatoppen skal kunne gi deg som bruker av Olympiatoppens tjenester en optimal oppfølging, er det nødvendig at Olympiatoppen kan behandle dine personopplysninger. For at Olympiatoppen skal kunne lagre informasjon om deg som bruker, dine resultater av ulike tester og annen relevant informasjon som er gitt av deg, må du samtykke til det. Ved samtykke til slik bruk kan Olympiatoppen benytte denne informasjonen for å følge deg opp og gi deg veiledning på den mest hensiktsmessige måten.

2. Hvilken informasjon lagres?

Den informasjonen som Olympiatoppen lagrer i forbindelse med sin oppfølging er personopplysninger som navn, adresse, kjønn, alder, høyde, vekt og idrett, samt testresultater. Testresultater som lagres vil omfatte både fysiske tester, intervjuer og svar på spørreskjema (f.eks. opplevd anstrengelse og fysisk form). De fysiske testene omfatter en rekke ulike tester, f.eks. oksygenopptak, laktatkonsentrasjon, spenst (hopp høyde), hurtighet, maksimal styrke, motoriske tester (balanse og bevegelighet) og eventuelt andre fysiologiske målinger. Testing omfatter også måling av kroppssammensetningen, (fettprosent og beinmineraltetthet).

3. Hva brukes dine personopplysninger til?

Informasjonen som lagres vil bli brukt som et verktøy for Olympiatoppens fagpersoner til å veilede deg som utøver. Dette kan for eksempel være veiledning i treningsarbeidet, konkurranseforberedelser og rehabilitering etter skade og sykdom. Det kan være nødvendig å gjennomføre en serie med tester for å kunne si noe om status og utvikling av sentrale egenskaper for den enkelte idrett.

For å ha et referansegrunnlag å vurdere testresultater på, samles testresultater slik at det muliggjør statistiske analyser. Olympiatoppen gjennomfører regelmessige vitenskapelige prosjekter der dine testresultater kan bli brukt til å publisere i vitenskapelig tidsskrift. Hvis testresultater publiseres eller blir brukt til statistikk og/eller analyse blir dataene anonymisert (uten navn), og data presenteres på en måte der du ikke kan gjenkjennes.

4. Hvem kan personopplysningene bli utlevert til?

Personopplysninger kan bli utlevert til utøvers landslagstrener(e), relevant fagpersonell i Olympiatoppens fagavdelinger eller offentlige myndigheter som har en lovhjemlet innsynsrett. Dersom du vil reservere seg mot slik deling, eller deling av enkelte data, kan dette gjøres ved særskilt avtale

5. Hvor lenge oppbevares data om deg?

Personopplysningene dine oppbevares så lenge du har et aktivt forhold til norsk idrett, dvs. er medlem/utøver, dommer, tillitsvalgt, ansatt eller har andre roller i idretten, eller inntil du trekker ditt samtykke etter pkt. 7. I det tilfelle det er knyttet informasjon til deg som skal ivaretas av historiske årsaker (som f.eks. resultater fra nasjonale eller internasjonale mesterskap) vil dine data ikke bli slettet.

6. Rett til innsyn og endring:

Du har til enhver tid rett til innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg og rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene som er registrert.

7. Frivillig samtykke:

Ved signering av samtykkeskjema gir du Olympiatoppen rett til å lagre informasjon, og til å bruke den som beskrevet i dette samtykkeskjemaet. Er du under 18 år må også en foresatt signere på samtykkeerklæringen.

Dersom du trekker tilbake ditt samtykke, kan du kreve å få slettet innsamlede prøver og opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner. Når du trekker ditt samtykke vil ikke lenger Olympiatoppen kunne behandle dine personopplysninger. Når et samtykke trekkes påvirker det ikke lovligheten av den behandling som allerede er foretatt etter at samtykket ble gitt.

Det gjøres oppmerksom på at dersom samtykke tilbakekalles, vil det påvirke kvaliteten av de tjenestene Olympiatoppen kan levere til deg.

Testingen vil bli gjennomført etter oppdaterte retningslinjer og regler for HMS og smittevern, spesielt i forhold til Covid-19 pandemien i 2021.

Sted

Dato

Utøvers signatur

Signatur av foresatt (utøver under 16 år)

Sted

Dato

Testleder/ mottaker av samtykke

Vedlegg 3

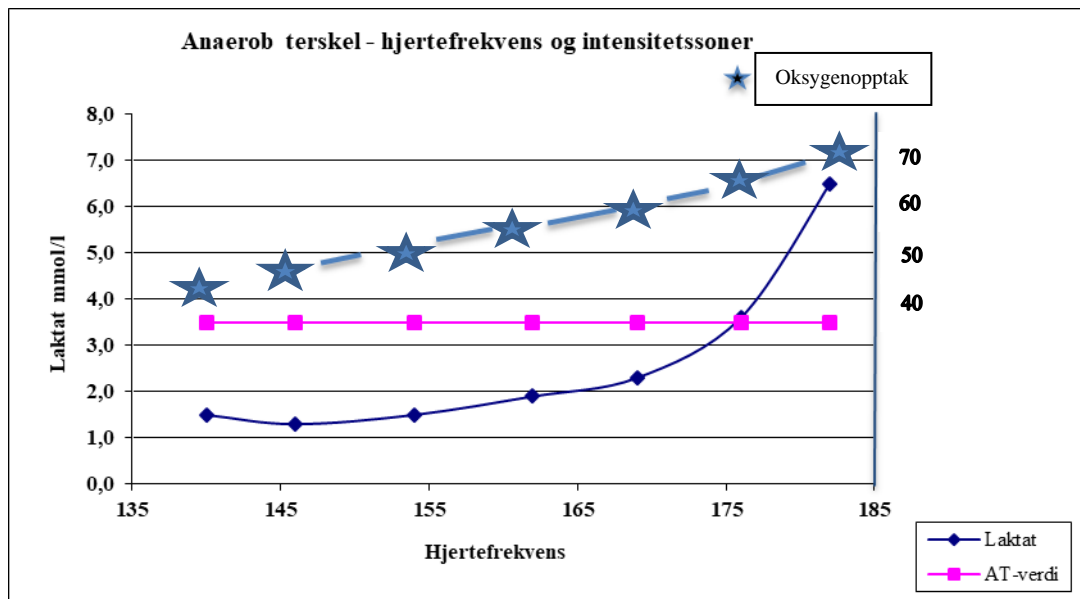
Eksempel på laktatprofil

Navn: XXXXXXXXXX Klubb: XXXXXXXXXXXX
Fødselsdato: xxxxxx Vekt: xx Høyde: xxx

| Varighet (tid) | Mølle stigning % | Hastighet km/t | Hjerte- frekvens | Laktat | AT-verdi | Submaksimal |
|----------------|---------------------|-------------------|---------------------|--------|----------|----------------------------|
| | | | | | | O ₂ (ml/kgxmin) |
| 10 | 10,5 | 7,5 | 140 | 1,5 | 3,5 | 43,3 |
| 5 | 10,5 | 8,4 | 146 | 1,3 | 3,5 | 46,7 |
| 5 | 10,5 | 9,3 | 154 | 1,5 | 3,5 | 52,2 |
| 5 | 10,5 | 10,2 | 162 | 1,9 | 3,5 | 55,8 |
| 5 | 10,5 | 11,1 | 169 | 2,3 | 3,5 | 60,1 |
| 5 | 10,5 | 12 | 176 | 3,6 | 3,5 | 65,8 |
| 5 | 10,5 | 12,9 | 182 | 6,5 | 3,5 | 72,5 |

Tabell som viser en utøvers utvikling på ulike parameter ved løp på Woodway tredemølle.

Utøveren er en junior langrennsløper. Anaerob terskel for utøveren er på 3,5 mmol (1,4+2,1)



Figuren viser utviklingen i hjertefrekvens, laktat og submaksimalt oksygenopptak (stjerne) for hvert belastningsstrinn. Utøveren starter på 7,5 km/t, øker med 0,9 km/t hvert 5. min, og avslutter på 12,9 km/t.

Vedlegg 4

Rutiner og regler for HMS, og spesielle tiltak i forhold til Covid-19

Det stilles strenge krav til HMS for gjennomføring av fysiologiske tester. Den som testes skal være trygg på at testene gjennomføres under trygge betingelser uten fare for ulykker og skader. Ansvar for HMS ved laboratoriet er tillagt fagansvarlig for laboratoriet.

Nedenfor er beskrevet krav om generell hygiene ved laboratoriet og krav til hygiene i forbindelse med stikkprøver og laktatmålinger samt HMS generelt basert på bestemmelser fastsatt ved Helsefak. I tillegg er det satt inn spesielle tiltak i forhold til Covid-19. Disse er nøye beskrevet med tanke på smittevern.

Generell hygiene på laboratorium

- Laboratorium skal alltid være ryddig og reint. Bare nødvendige utstyret som brukes, samt forbruksmateriell til dette, skal stå framme.

- God håndhygiene er svært viktig. Sprit for å rengjøre hender og alle overflater skal være lett tilgjengelig.
- Benytt antibakterielt vaskemiddel til vasking av ergometer, dørhåndtak, pusteslange, samt benk og andre overflater mellom hver utøver og ved endt test-dag.
- Legg de brukte munnstykkene i en spesialblanding som er desinfiserende (Descogen). Følg anvisningen på pakken. Vask alle deler og munnstykkene godt med varmt rennende vann (dette for å ta bort en vond smak fra løsningen) etter de er desinfisert.
- Alle deler til munnstykket legges på rist i tørkeskap for god tørking. Delene legges inni plastpose med lås i overskap når de er tørre.
- Gulvvask må gjøres hver dag.
- Støvsuging av partikler fra tredemøller må gjøres umiddelbart etter bruk.
- Støvsuging i gropen på skimølla må gjøres en gang hver uke.

Ha alltid tilgang til papir til både utøver og deg selv som testleder, samt engangskopper til utøver i løpet av testen.

Hygiene i forbindelse med blodprøver, stikkprøver, laktatmåling osv

- Bruk engangshansker.
- Benytt alltid engangs bomullspads til vask/tørk av finger før stikk.
- Alt organisk avfall (med blod o.l.) skal kastes i egne beholdere. Disse beholderne plomberes når det er gått en viss periode, og blir behandlet som smitteavfall. I Alta blir den gule boksen med smitteavfall hentet av Finnmark Gjenvinning minst 2 ganger pr år. Det utarbeides eget transportdokument av Finnmark Gjenvinning for henting av avfall. I Tromsø leveres dette til eget mottak i MH2 på tirsdager.
- Beholderne skiftes ut og ny beholder kommer på plass hver 6. måned. Det er derfor viktig at det kun er avfall knyttet til laktatmåling som kastes i denne beholderen (papir/annet avfall skal ikke i gul beholder).
- Skader i forbindelse med bruken av laboratoriet skal meldes. Saksgang fremgår av HMS-bestemmelsen på Intranettsiden for Helsefak.

Helse og sikkerhet

For å ivareta sikkerheten til forsøkspersoner er det viktig å ta noen forholdsregler. Her kommer noen veiledende råd:

- For fysiske tester bør det være en nedre aldersgrense på 18 år (16 år for godt trente utholdenhetsutøvere) og øvre aldersgrense på 40 år gjør risikoen for ulykker mindre. Dersom noen over 40 år skal teste, må de vise til en legeerklæring som tilsier at de er «friske».
- Førstehjelpsskrin og hjertestarter må være oppdatert/kontrollert og lett tilgjengelig. Alle testledere må årlig gjennomføre førstehjelp/ HLR kurs. Studenter som skal

gjennomføre emnet Fysisk Testing, skal ha gjennomgått både kurs i HRL og i å kunne anvende hjertestarter.

Løpemølle:

- Forsøkspersonene skal i forkant av test, få god informasjon om hvordan testingen skal gjennomføres, herunder også hvordan de selv løfter seg av løpemøllen dersom de får problemer underveis i testen/forsøket og har behov for å stoppe å løpe.
- Det skal vurderes å legge matter/tjukkasmadrass bak tredemøller som tar imot utøveren dersom en ulykke skulle skje. Det må ikke stå gjenstander bak løpemøllen som kan skade utøveren ved fall.

Stormølle:

- Bruk av sikkerhetssele er påbudt.
- Testansvarlig står alltid ved styringsenheten og styrer hastighet og helningsvinkel på mølla.
- Det skal alltid være ei matte bak stormølla når utøveren er i gang med testing eller trening. Det må ikke være noen gjenstander bak stormøllen når den er i bruk.
- Det frarådes at personer står bak mølla når den er i bruk.
- Brukere skal kjenne til førstehjelpsutstyr, hjertestarter, brannslukningsapparat og rømningsvei.
- Kjennskap til gjeldende avfallsrutiner og behandling av smitteavfall er en forutsetning for å kunne bruke stormølla.
- Håndtakene på stavene vaskes med rent vann først og desinfiseres deretter med sprit. Stavene henges opp i egne stativ for staver.
- Rulleskiene vaskes og desinfiseres med sprit og legges på plass i egne stativ.
- Stavpigger skal legges i egne bokser når de er utslitte.
- Til testing brukes de rulleskiene som er merket med «Test».
- Støvsuging av mølle og gulv rett etter avsluttet økt
- Støvsuging av grop under mølla må alltid gjennomføres med minst 2 personer til stede.

Særskilte retningslinjer og tiltak har vært gjennomført under Koronapandemien. Disse tiltakene bør gjøres til daglige rutiner også etter at Alta Forskningslab er åpnet fra og med 25. september 2021. Det kan vurderes å kutte ut munnbind for testlederne, men for øvrig følge anbefalingene nedenfor.

Ved oppmøte

På fastsatt testtid møtes testleder og utøver (uoppvarmet!) inne på Alta Forskningslab. Her blir utøver stilt kontrollspørsmål om egen helse før samtykke underskrives.

Videre vil testleder informere om rutineene rundt testen, smittevern generelt på huset og spesifikt på laboratoriet, samt hvilke endrede rutiner som må følges under selve testen.

Selve testprotokollen (hastigheter, helningsvinkel, watt, varighet, belastning, pauser) vil også gjennomgås og bestemmes i samråd med utøver.

Utøver må så gå direkte til vask og spriting av hender. Eventuelle toalettbesøk avsluttes før man møter på laboratoriet.

Utøver veies og går deretter direkte på mølla eller sykkel.

Det vil kun være muligheter for å benytte egen pulsklokke til testingen. Utøver bes kontrollere at egen pulsklokke fungerer på samme måte/kalibreres opp mot pulsklokken på lab. Oppvarmingsprosedyre og varighet skal avklares med testleder.

Gjennomføring av test

Laktatprofil og maksimalt oksygenopptak gjennomføres etter protokoll med detaljert beskrivelse s. 15-18 i dette dokumentet.

Testomfanget vil på generelt grunnlag «holdes nede» for å sikre grundig renhold, desinfeksjon og lufting mellom hver testperson. Mellom to tester skal det gå minimum 30 minutter for å sikre tilstrekkelig renhold og desinfeksjon av alle kontaktpunkter og utsatte instrumenter. I tillegg kreves det at testleder aldri tester lengre enn to timer sammenhengende og at det aldri testes mer enn 2 utøvere før og 2 utøvere etter lunsj innenfor normal arbeidstid. Dette gjelder uavhengig om man er en eller to testledere tilgjengelig. Det skal aldri være mer enn en person i tillegg til testleder som bivåner/bistår testen.

Dersom laboratoriepersonalet vurderer det som trygt og hensiktsmessig, kan en utøver teste laktatprofiltest med etterfølgende maksimalt oksygenopptak på laboratoriet. Dette krever imidlertid minimum 30 minutters desinfeksjonspause mellom hver testperson, maksimalt 4 utøvere per dag og to testledere tilgjengelige.

Utøveransvar

I tillegg til å være 100 % etterrettelige i forhold til egen helse, er utøver også ansvarlig for å ta hensyn til testleder under testen. Det betyr bl.a.:

- Utøver vender ansiktet vekk under blodprøvetakingen.
- Utøver skal bruke papir ved behov for snyting, spyting og hosting.

Testleder vil informere og instruere utøver om dette før testingen starter.

Utøver tørker ansiktet med papir og tar selv på neseklype og munnstykke.

Spesielle regler ved testing av VO_{2maks} :

Analysatoren vendes mot åpent vindu slik at ekspirasjonsluften trekkes bort fra testleder og testperson

Testen gjennomføres som vanlig ved tegnspråk fra utøver og verbal kommunikasjon fra testleder. Ved oppnådd VO₂ platå og/eller subjektiv utmattelse tar utøver tak på rekkverk og hopper av løpebåndet.

Etter avsluttet test tar utøver selv av neseklype og munnstykke og legger det i beholder gitt av testleder. Ekspirasjonsslangen kobles fra analysatoren, desinfiseres, vaskes og henges opp til tørk med tilkobling til tørkeapparatet.

Utøver vasker seg i vasken på laboratoriet (vann skrus på av testleder) for deretter å sprite hendene sine. Utøver forlater laboratoriet etter at testleder har informert om testresultatene. Resultatene skrives ikke ut til utøvere, men sendes på mail til trener eller utøvere etter nærmere avtale.

Spesielle hensyn til smittevern

Testpersonell

Testleder vil benytte hansker og munnbind under gjennomføring av test. Hansker og munnbind tas ikke av før utøver forlater lokalet.

Instrumenter og testutstyr

Munnstykke, neseklype og 2 meters ekspirasjonsslange er rengjort i henhold til covid-19 smittevern før test. Det samme gjelder for alle kontaktflater på alle ergometre.

Utluft fra miksekammer er vendt vekk fra utøver og testleder og med turbinen mot åpent vindu.

Etter test desinfiseres alle kontaktflater på de ergometre som er brukt. Munnstykke, neseklype og ekspirasjonsslange legges i anti-bakterie og -virus bad i minimum 20 minutter. Ekspirasjonsslangen fylles med renevæske før den legges i badet. Slangen skylles godt før den henges opp og kobles til tørkeapparat

Alle mulige kontaktpunkter mellom testergometer og utøver skal så være grundig rengjort og utførlig desinfisert av testleder før test.

Alle andre kontaktflater i lokalet og apparatur for øvrig (eks laktanalysator) rengjøres med vann og såpe.

Vi beregner minimum 2 timer fra en utøver entrer laboratoriet til vi er klare til å motta neste utøver. Vi har da ca 30-45 minutter til å rengjøre utstyr og instrumenter samt lufte ut mellom to testpersoner.

