

Magnus Haugan

Fysisk kapasitet hos CrossFit-utøvere på høyt nasjonalt og internasjonalt nivå

Masteroppgave i idrettsvitenskap
Institutt for fysisk prestasjonsevne
Norges idrettshøgskole, 2021

Sammendrag

Innledning: For å hevde seg i CrossFit på nasjonalt og internasjonalt nivå må man inneha en stor og allsidig fysisk kapasitet. Kvaliteter som aerob og anaerob kapasitet, absolutt og relativ styrke, samt power i underekstremitetene er tidligere assosiert med CrossFit-prestasjon. Til tross for populariteten, er det lite forskning som beskriver den fysiske kapasiteten til elite-utøvere i CrossFit.

Formålet med denne studien var å kartlegge den fysiske kapasiteten til noen av de beste CrossFit-utøverne i Norge og verden. Resultatene ble sammenliknet mot utøvere i en etablert idrett kjent for å ha utøvere med god og allsidig fysisk kapasitet, norske landslagsalpinister.

Metode: 19 CrossFit-utøvere (8 CrossFit menn; CFM og 11 CrossFit kvinner; CFW) testet aerob kapasitet ($\dot{V}O_{2maks}$), laktatprofil (motbakkøløping), svikthopp (countermovement jump; CMJ), knebøyhopp (squat jump; SJ), Keiser benpress, og anaerob kapasitet (30 sek Wingate). De rapporterte også inn 1 repetisjon maksimum (1RM) i knebøy og målte kroppssammensetningen (Dual-energy X-ray absorptiometry; DXA). Resultatene fra $\dot{V}O_{2maks}$, CMJ, 1RM knebøy, Keiser benpress, Wingate og DXA ble sammenliknet opp mot 16 landslagsalpinister (8 Alpint menn; AM og 8 Alpint kvinner; AK).

Resultater: $\dot{V}O_{2maks}$ var $62,7 \pm 3,4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ og $5,6 \pm 0,6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ for CFM, og $55,7 \pm 4,2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ og $3,8 \pm 0,2 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ for CFW. I CMJ hoppet CFM $50,2 \pm 2,5 \text{ cm}$, mens CFW hoppet $39,6 \pm 4,7 \text{ cm}$. CFM og CFW løftet henholdsvis $188,0 \pm 14,8 \text{ kg}$ og $131,0 \pm 7,2 \text{ kg}$ i knebøy. I Keiser benpress produserte CFM en kraft (N) og power (W) på henholdsvis $3398 \pm 427 \text{ N}$ og $3019 \pm 388 \text{ W}$, på begge bein kombinert. CFW produserte en kraft (N) og power (W) på henholdsvis $2288 \pm 705 \text{ N}$ og $1923 \pm 237 \text{ W}$, på begge bein kombinert. 30 sek Wingate for CFM var $968 \pm 90 \text{ W}$, og $644 \pm 51 \text{ W}$ for CFW. Det var tendens til høyere $\dot{V}O_{2maks}$ hos CFM enn AM i $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ($p = 0,148$). Mellom CFW og AK var det en signifikant forskjell i $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (10 %; $p = 0,005$), men ikke i $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ (8 %; $p = 0,055$). Det var ingen signifikant forskjell ($p > 0,05$) i verken hopp høyde i CMJ eller knebøy mellom CrossFit og Alpint. I Keiser benpress utviklet AK signifikant større kraft enn CFW (16 %; $p < 0,05$), mens det kun var en trend ($p = 0,097$) til større kraftutvikling hos AM enn CFM. Power i Keiser benpress var signifikant høyere hos CrossFit enn Alpint (16-19 %; $p < 0,05$). I Wingate hadde CrossFit signifikant større (11-14 %; $p < 0,05$) anaerob kapasitet enn alpinistene. CFM

hadde henholdsvis 4,2 prosentpoeng og 8 prosentpoeng lavere fettprosent og fettmasse enn AM ($p < 0,05$). CFW hadde henholdsvis 4,5 prosentpoeng og 6,1 prosentpoeng lavere fettprosent og fettmasse enn AK ($p < 0,01$).

Konklusjon: CrossFit-utøvere på nasjonalt og internasjonalt nivå innehar en stor og allsidig fysisk kapasitet; bestående av høy $\dot{V}O_{2\text{maks}}$, anaerob kapasitet, samt power og styrke i underekstremitetene. I denne studien rapporteres et nivå hos CrossFit-utøvere som ikke er sett tidligere i litteraturen, og fysiske egenskaper som $\dot{V}O_{2\text{maks}}$, anaerob kapasitet, samt power i underekstremitetene viste seg å være høyere enn hos norske landslagsalpinister.

Summary

Introduction: To compete in CrossFit, athletes must possess enormous physical capacities. Physical variables as aerobic and anaerobic capacity, absolute and relative strength, as well as power in the lower body have previously been associated with CrossFit performance. Despite the growing popularity, little is understood regarding the physical capabilities that an elite CrossFit athlete should possess to compete at high level.

The aim of this study was to investigate the physical capacity of some of the best CrossFit athletes in Norway, and the world. Thereafter, the results were compared to a more established sport which is known to have athletes with good physical capacity; Norwegian national team alpinists.

Methods: 19 CrossFit athletes (8 CrossFit men; CFM and 11 CrossFit women; CFW) tested aerobic capacity ($\dot{V}O_{2max}$), lactate threshold (incline running), countermovement jump (CMJ), squat jump (SJ), Keiser leg-press and anaerobic capacity (30 sec Wingate). They also reported their 1 repetition maximum (1RM) back squat and measured body composition (Dual-energy X-ray absorptiometry; DXA). Results from $\dot{V}O_{2max}$, CMJ, 1RM back squat, Keiser leg-press, Wingate and DXA were compared to the 16 Norwegian national team alpinists (8 men; AM and 8 women, AK).

Results: $\dot{V}O_{2max}$ for CFM were $62.7 \pm 3.4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ and $5.6 \pm 0.6 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$, and $55.7 \pm 4.2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ and $3.8 \pm 0.2 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ for CFW. In CMJ, CFM jumped $50.2 \pm 2.5 \text{ cm}$, and CFW jumped $39.6 \pm 4.7 \text{ cm}$. CFM and CFW lifted $188.0 \pm 14.8 \text{ kg}$ and $131.0 \pm 7.2 \text{ kg}$ in back squat respectively. In Keiser leg-press CFM produced a force (N) of $3398 \pm 427 \text{ N}$ and a power (W) of $3019 \pm 388 \text{ W}$ for both legs combined. CFW produced a force (N) of $2288 \pm 705 \text{ N}$ and a power (W) of $1923 \pm 237 \text{ W}$ for both legs combined. 30 sec Wingate was $968 \pm 90 \text{ W}$ and $644 \pm 51 \text{ W}$ for CFM and CFW, respectively. There was a tendency for higher $\dot{V}O_{2max}$ for CFM over AM ($p = 0.148$). Between CFW and AK, there was a significant difference (10%; $p < 0.01$) in $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, but not in $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ (8%; $p = 0.055$). There were no significant difference ($p > 0.05$) between CrossFit and alpine skiers in neither CMJ jump height or back squat. In Keiser leg-press, AK produced significantly greater force than CFW (16%; $p < 0.05$), while for AM there was only a tendency for more force production over CFM ($p = 0.097$). Power measured by the Keiser leg-press was significantly larger (16-19%; $p < 0.05$) in CrossFit athletes over alpine athletes. CrossFit had significantly larger anaerobic capacity than alpine

measured by the Wingate test (11-14%; $p < 0.05$). CFM had 4.2 percentage points and 8 percentage points lower fat percentage and fat mass than AM ($p < 0.05$) respectively. CFW had respectively 4.5 percentage points and 6.1 percentage points lower fat percentage and fat mass than AK ($p < 0.01$).

Conclusion: Some of the best CrossFit athletes in Norway and the world possess a large and versatile physical capability; consisting of high $\dot{V}O_{2max}$, anaerobic capacity and strength. These results are not seen before in the literature on CrossFit athletes. In addition, some of the physical capabilities such as $\dot{V}O_{2max}$ and anaerobic capacity, as well as power in the lower body exceeds Norwegian national team alpinists.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	3
Summary	5
Innholdsfortegnelse	7
Forord.....	9
1. Innledning.....	10
1.1 <i>Bakgrunn for oppgaven</i>	10
1.2 <i>Formål med oppgaven</i>	12
1.2.1 Problemstillinger	12
2. Teori	13
2.1 <i>Begrep og forklaringer</i>	13
2.2 <i>CrossFit</i>	13
2.3 <i>Workout of the day</i>	15
2.4 <i>CrossFit som sport</i>	15
2.5 <i>CrossFit Games Sesongen</i>	16
2.6 <i>Hva bestemmer prestasjonen i CrossFit?</i>	17
2.6.1 Anaerob kapasitet	17
2.6.2 Aerob kapasitet	18
2.6.3 Styrke.....	19
2.7 <i>Tidligere litteratur om fysisk kapasitet i CrossFit</i>	20
2.7.1 Fysisk kapasitet og prestasjon	25
2.7.2 Fysisk kapasitet på forskjellig nivå	27
2.7.3 Fysisk kapasitet fra normative data.....	28
2.7.4 Oppsummering av tidligere litteratur.....	29
3. Metode.....	30
3.1 <i>Studiedesign</i>	30
3.2 <i>Etiske betraktninger</i>	30
3.3 <i>Forsøkspersoner – CrossFit-utøvere</i>	31
3.4 <i>Forsøkspersoner - Alpinister</i>	32
3.5 <i>Datainnsamling - CrossFit</i>	32
3.6 <i>Måling av utholdenhet og aerob kapasitet: Laktatprofil og maksimalt oksygenopptak</i>	33
3.6.1 Utstyr og kalibrering	33
3.6.2 Protokoll	34
3.7 <i>Måling av spenst: Svikthopp og knebøyhopp</i>	36
3.7.1 Utstyr.....	36
3.7.2 Protokoll	36
3.8 <i>Måling av kraftutvikling: Keiser benpress</i>	37
3.8.1 Utstyr.....	37
3.8.2 Tilvenningsdag.....	38
3.8.3 Offisiell testdag.....	38

3.9	<i>Måling av anaerob kapasitet: Wingate</i>	39
3.9.1	Utstyr.....	39
3.9.2	Protokoll.....	40
3.10	<i>Måling av kroppssammensetning: Dual-energy X-ray absorptiometry</i>	41
3.10.1	Utstyr.....	41
3.10.2	Protokoll.....	41
3.11	<i>Datainnsamling - Alpint</i>	42
3.12	<i>Statistikk</i>	43
4.	Resultat	44
4.1	<i>Forsøkspersoner</i>	44
4.2	<i>Maksimalt oksygenopptak</i>	45
4.3	<i>Laktatprofil</i>	46
4.4	<i>Spent, vertikal power & knebøy</i>	48
4.5	<i>Keiser benpress</i>	49
4.6	<i>Wingate</i>	51
4.7	<i>Dual-energy X-ray absorptiometry</i>	52
5.	Diskusjon	53
5.1	<i>Hovedfunn</i>	53
5.2	<i>Maksimalt oksygenopptak</i>	53
5.3	<i>Laktatprofil</i>	56
5.4	<i>Spent, vertikal power & knebøy</i>	57
5.5	<i>Keiser benpress</i>	59
5.6	<i>Wingate</i>	61
5.7	<i>Dual-energy X-ray absorptiometry</i>	63
5.8	<i>Metodiske betraktninger</i>	64
5.8.1	Studiedesign.....	64
5.8.2	Utvalg.....	65
5.8.3	Målemetoder.....	65
6.	Konklusjon	66
6.1	<i>Praktisk betydning</i>	66
	Litteraturliste	67
	Tabelloversikt	78
	Figuroversikt	80
	Forkortelser	82
	Vedlegg	83

Forord

Etter noen fantastiske år, er jeg takknemlig og stolt over å ha gjennomført min bachelorgrad og mastergrad på Norges Idrettshøgskole. De siste årene har jeg lært utrolig mye, men ikke minst så har jeg lært hvor mye som er igjen å lære. Jeg har selv stått for idéen, planleggingen, logistikken, rekrutteringen av forsøkspersoner og gjennomføringen av studien. Likevel hadde ikke denne masteroppgaven vært mulig uten hjelp, disse fortjener en takk:

Først av alt, takk til hovedveileder **Gøran Paulsen** for å ha tro på idéen jeg introduserte og ønsket å utføre. Du har bidratt med gode diskusjoner, og presise og konstruktive tilbakemeldinger som har vært nødvendig for bearbeidingen og ferdigstillingen av studien.

Takk til alle **CrossFit-utøverne og alpinistene** som deltok i studien, de gode resultatene hadde ikke vært mulig uten dere. Gjennom et masterstudium, preget av Covid-19, hadde jeg heller ikke landet uten **gutta**. Takk til **Svein Leirstein** for god opplæring på arbeidsfysiologisk laboratorium til laktat- og O₂ målinger. Takk til **Hege Nymo Østgaard** for god opplæring til å utføre kroppssammensetningsmålinger og analysere resultatene. Takk til **Ingrid Eir Eypórsdóttir** som leste gjennom oppgaven og var en god sparringspartner som kom med nyttige innspill.

Sist, men ikke minst går en stor takk til **familien**. De har støttet meg og lagt mye til rette for at jeg skulle kunne ferdigstille denne oppgaven.



Magnus Haugan

Oslo, juni 2021

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for oppgaven

CrossFit er en kompleks sport som benyttes av flere som *treningsform* og *konkurransform*. CrossFit baserer seg på å kombinere øvelser fra styrkeløft, vektløfting og turn. Øvelsene implementeres regelmessig kombinert med blant annet roing, sykling, løping og svømming, gjennomført med varierende intensitet. Som *treningsform* ønsker CrossFit å *forbedre* en persons fysiske form og helse ved å la mennesker trene og oppleve et bredt spekter av øvelser og intensiteter. Som *konkurransform* ønsker CrossFit å *teste* forskjellige fysiske egenskaper. Det gjeveste i CrossFit er å konkurrere i verdensmesterskapet - CrossFit Games - og bli tildelt «the Fittest on Earth».

For å hevde seg i CrossFit kreves det en tilsynelatende stor og bred fysisk kapasitet. Prestasjon i CrossFit er et produkt av fysiologiske, psykologiske og tekniske faktorer som styrke, aerob og anaerob kapasitet, utholdenhet, sport-spesifikk teknikk, samt mental styrke. I tillegg vil det å være forberedt og trent opp til å mestre diverse oppgaver man blir utsatt for i hverdagen og i konkurranser være av stor betydning i CrossFit. I denne sporten, i motsetningen til andre idretter (vekløfting, styrkeløft, løping og roing), skal ikke utøvere være spesialisert i én enkelt treningsform (Paine et al., 2010; Schlegel, 2020). Siden sin opprinnelse i 2000 har CrossFit vokst eksponentielt i popularitet og det er dermed av stor betydning å tilegne seg kunnskap om denne sporten og hva den krever av de respektive utøverne.

Når det gjelder det fysiske og fysiologiske aspektet ved CrossFit, er prestasjon tidligere sett i sammenheng med aerob og anaerob kapasitet, absolutt og relativ styrke, samt power i underekstremitetene (Bellar et al., 2015; Butcher et al., 2015; Martínez-Gómez et al., 2019). Siden første offisielle konkurranse i 2007, har den fysiske kapasiteten til CrossFit-utøvere utviklet seg mye. I dag løfter utøverne tyngre og beveger seg raskere enn det som ble prestert i de første offisielle konkurransene. Selv med den økte interessen for CrossFit, er det i dag lite tilgjengelig forskning rundt hva de beste utøverne i CrossFit besitter av fysisk kapasitet (Bellar et al., 2015). Denne oppgaven vil derfor fokusere på det fysiologiske aspektet ved CrossFit, og utelukker dermed faktorer som sport-spesifikk teknikk og mentalitet.

Tidligere studier har undersøkt faktorer som sammenhengen mellom fysisk kapasitet og CrossFit-spesifikke økter, forskjell i fysisk kapasitet mellom ulike nivåer, og videre kategorisert fysisk kapasitet fra normative data (Bellar et al., 2015; Butcher et al., 2015; Dexheimer et al., 2019; Feito et al., 2019; Mangine et al., 2020; Serafini et al., 2018; Mangine et al., 2018). Resultatene fra disse studiene viser til CrossFit-utøvere på varierende nivå (menn og kvinner, 19-43 år) med grunnleggende styrke, maksimalt oksygenopptak ($\sim 50 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) og anaerob kapasitet (Wingate gjennomsnittseffekt: $\sim 690 \text{ W}$) rundt hva man kan forvente av normalverdier hos mosjonister (Martínez-Gómez et al., 2019; Butcher et al., 2015; Bellar et al., 2015; Feito et al., 2019). Bellar et al. (2015) som var en av de første til å forske på det fysiologiske i CrossFit, nevnte at deres resultater ikke var representative for elite-utøvere i CrossFit. I tillegg fant Mangine et al. (2020) signifikante forskjeller mellom utøvere på høyt nivå og mosjonister.

Basert på de tidligere funnene, er det grunn til å tro at utøvere inkludert i studiene ovenfor ikke har vært på høyt nok nivå til å representere de beste utøverne i CrossFit. I dag har vi dermed ikke kunnskap om hva CrossFit-utøvere på høyt nasjonalt og internasjonalt nivå besitter av fysiske egenskaper som aerob og anaerob kapasitet, absolutt og relativ styrke, samt power i underekstremitetene. Som en raskt voksende sport i Norge og i verden, vil det være nyttig å kartlegge den fysiske kapasiteten til de utøverne som presterer på høyt nivå i CrossFit. Denne kunnskapen er viktig for å få en bredere forståelse, samt gi råd og veiledning til både konkurranseutøvere, og andre som ønsker seg opp og frem i sporten.

1.2 Formål med oppgaven

Formålet med denne studien var å kartlegge den fysiske kapasiteten i form av aerob kapasitet, utholdenhet, anaerob kapasitet, spenst, styrke og kraftutvikling i underekstremitetene, samt måle kroppssammensetningen hos CrossFit-utøvere på høyt nasjonalt og internasjonalt nivå. For å sette testverdiene i perspektiv ble det gjort en direkte sammenlikning mot norske landslagsalpinister, hvor utøvere er kjent for å besitte god fysisk kapasitet og som benytter de aktuelle testene i sitt regelmessige testbatteri.

1.2.1 Problemstillinger

- I) Hva er den fysiske kapasiteten til CrossFit-utøvere på høyt nasjonalt og internasjonalt nivå, i forhold til det vi vet fra tidligere litteratur om CrossFit?
- II) Hva er den fysiske kapasiteten til CrossFit-utøvere på høyt nasjonalt og internasjonalt nivå, sammenliknet med alpinister på det Norske Alpinlandslaget?

2. Teori

2.1 Begrep og forklaringer

I denne studien blir det benyttet noen begreper fra CrossFit eller generelt som kan oppfattes utydelig eller ukjent. Disse vil derfor bli kort beskrevet, og på denne måten vil leseren(e) få en bedre kontekst til teksten.

Aerob kapasitet, anaerob kapasitet, spenst og styrke beskriver jeg som *fysiske egenskaper*. Dette er egenskaper som påvirker og begrenser prestasjonsevnen til en utøver (Gjerset et al., 2015). Disse egenskapene er grunnleggende, og summen av disse beskriver en utøvers *fysiske kapasitet*.

I denne studien beskrives *øvelser* som en enkelt form for bevegelse. Innenfor styrkeløft er det f.eks. tre øvelser: knebøy, benkpress og markløft. Det samme gjelder for kroppsvektøvelser (som f.eks. pull-ups, push-ups og håndstående push-ups). *Økter* i studien er når man setter sammen diverse øvelser og gjennomfører disse på enten kortest mulig tid, eller så mange repetisjoner som mulig i løpet av en gitt tid (beskrevet i kapittel 2.3)

*Det er derimot to tilfeller i kapittel 2.6.1, siste avsnitt, hvor *øvelse* og *økter* brukes om hverandre. Dette er fordi *øvelse/økter* også kan brukes til å beskrive «*events*» (*delsekvenser*) i konkurransesammenheng.

2.2 CrossFit

Som en av verdens mest voksende treningsform og sport, baserer CrossFit seg på konstant varierte og funksjonelle øvelser, utført med høy intensitet. Siden sin opprinnelse i 2000, har CrossFit etablert >10 000 CrossFit-sentre i over 140 land (Beers, 2014; Butcher et al., 2015; Claudino et al., 2018; Zeitz et al., 2020). CrossFit som treningsform og sport praktiseres av mennesker uavhengig av fysisk form, treningserfaring, alder og livsstil (Mangine et al., 2020; Beers, 2014; Claudino et al., 2018). Beskrevet som «sport of fitness» og høy-intensitets funksjonell trening, definerer CrossFit fysisk form som *økt arbeidskapasitet på tvers av forskjellige tidsperioder og bevegelesesformer* (Paine et al., 2010; Sibley, 2012).

Dette vil si evnen til å utføre et spesifikt arbeid over både korte og lange arbeidsperioder. CrossFit's metodologi belyser dette ved å ha som formål å utvikle 10 grunnleggende fysiske-, tekniske- og motoriske egenskaper som går som følger (definert av CrossFit) (Heinrich, 2014; Gianzini & Kassotaki, 2019; Goins, 2014; CrossFit Training Guide, 2020).

- *Kondisjon* - Kroppens evne til å ta opp, transportere og utnytte oksygen
- *Utholdenhet* - Kroppens evne til å levere, lagre og bruke energi
- *Styrke* - Muskelen, eller muskulaturens evne til å skape kraft
- *Power* - Evnen en muskel eller muskelgruppe har til å skape maksimal kraft på minimal tid
- *Hurtighet* - Evnen til å minimere tiden til gjentatte bevegelser
- *Koordinasjon* - Evnen til å kombinere flere individuelle leddutslag til en kontrollert bevegelse
- *Smidighet* - Evnen til å forandre en bevegelse til en annen på minimal tid
- *Balanse* - Evnen til å kontrollere kroppens tyngdepunkt i relasjon til støtteflater
- *Nøyaktighet* - Evnen til å kontrollere bevegelser i en gitt retning eller med en gitt intensitet
- *Fleksibilitet* - Evnen til å maksimere leddutslag til et spesifikt ledd

Egenskapene kombineres og utføres gjennom olympisk vektløfting og styrkeløft. Dette involverer varianter av rykk, støt, knebøy og markløft. Videre må også øvelser i turn som inkluderer ringer, varianter av håndstående (håndstående push-ups og «handstand-walk») og pull-ups beherskes. Dette implementeres regelmessig med roing, sykling, løping og svømming, med varierende intensitet (Gianzini & Kassotaki, 2019; Martínez-Gómez et al., 2020). Gjentakende variasjon i innhold (frekvens, volum, belastning og intensitet) i tradisjonelle styrkeøvelser, kombinert med tradisjonelle utholdenhetsøvelser, og sport-spesifikke elementer, er ment å gi deltakere gode gevinster når det gjelder fysisk kapasitet og helse (Gianzina & Kassotaki, 2019; Serafini et al., 2018).

2.3 *Workout of the day*

Noen av de faktorene som tiltrekker store medlemsmasser til CrossFit er variasjon, intensitet, effektivitet, glede, sosialisering og mestring (Bellar et al., 2015; Gianzina & Kassotaki, 2019; Heinrich, 2014). CrossFit sentre tilbyr såkalt «workout of the day» (WOD), hvor fysiske, tekniske, samt motoriske elementer kombineres (Schlegel, 2020). En WOD gjennomføres normalt på 60 minutter (Butcher et al., 2015). Hva som er dagens WOD og hvordan den er strukturert vil variere mellom CrossFit-sentre. Typisk innleder en trener (den som er ansvarlig for timen) med å gå gjennom timens innhold og dens formål, etterfulgt av en felles oppvarming som er spesifikk for dagens økt. Resterende tid av timen brukes på henholdsvis styrke, teknikk, kondisjon, eller en miks av for eksempel styrke, etterfulgt av kondisjon (Butcher et al., 2015; Schlegel, 2020). Avhengig av WOD, gjennomføres det såkalte tidsprioriterte økter (AMRAP¹) eller oppgaveprioriterte økter (FOR TIME²). AMRAP går ut på å gjennomføre et arbeid der *tiden* er forhåndsbestemt; altså i løpet av en gitt tid utfører hver utøver/person så mange repetisjoner/runder som mulig av utvalgte øvelser. Slik blir det totale arbeidet gjennomført opp til hver enkelt utøver/person. Ved FOR TIME er *arbeidet* forhåndsbestemt; altså, her er det opp til hver enkelt hvor lang tid arbeidet vil ta. Dette betyr at utvalgte øvelser og gitt antall runder utføres på kortest mulig tid (Zeitz et al., 2020).

2.4 *CrossFit som sport*

CrossFit som sport ønsker å teste utøvere i et bredt spekter av fysiske egenskaper (Schlegel, 2020). Det gjeveste i CrossFit er å konkurrere i verdensmesterskapet - CrossFit Games - og bli tildelt «the Fittest on Earth». Dette gjelder utøvere som konkurrer individuelt, samt på lag (2 menn + 2 kvinner). CrossFit Games ble først avlagt på en liten gård i Aromas i California, USA (2007-2009), deretter ble det arrangert i Carson, California, USA (2010-2016). Siden 2017, arrangeres CrossFit Games i Madison, Wisconsin, USA. Fra 2007 til over et tiår senere har denne konkurransen utviklet seg til å bli et globalt idrettsarrangement med millioner i pengepremie (Tibana, 2019; Zeitz et al., 2020).

¹ AMRAP: As Many Rounds/Reps As Possible

² FOR TIME: Gjennomfør på kortest mulig tid

I CrossFit-konkurranser kan økter annonseres på forhånd, men de kan også annonseres bare noen få minutter før start (Schlegel, 2020). Dette gjør at CrossFit-utøvere må være forberedt, og trent opp, til å håndtere en viss uvisshet i konkurranse-setting (Paine et al., 2010; Schlegel, 2020). I CrossFit Games utfører CrossFit-utøverne 10-20 økter der utøveren med flest poeng sammenlagt går av med tittelen «the Fittest on Earth».

2.5 CrossFit Games Sesongen

For å kvalifisere seg til CrossFit Games må utøverne gjennom et par ledd. Det første leddet er CrossFit Open; en online konkurranse som er tilgjengelig for alle som ønsker å delta. I 2018, med >415 000 deltakere ble de beste fra hvert kontinent (Nord-Amerika, Europa, Asia, Oseania, Afrika og Sør-Amerika) identifisert (Serafini et al., 2018; CrossFit Games, 2020). Nytt for 2021 sesongen er at CrossFit Open nedjusteres fra fem til tre uker. Gjennom de tre ukene blir det presentert en økt hver uke (altså tre økter totalt). Hvert individ har fire dager på å utføre øktene etter beste evne (Serafini et al., 2018; CrossFit Games, 2020). Etter tre uker går 10 % av de beste mennene og kvinnene fra hvert kontinent videre til kvartfinaler. En drøy måned senere er feltet kuttet ytterligere for semifinaler, før det avsluttes med henholdsvis 40 menn og 40 kvinner individuelt i tillegg til 38 lag som skal konkurrere i CrossFit Games om tittelen «the Fittest on Earth». Siden første CrossFit Open i 2011 har enkelte økter blitt repetert, men stort sett byr hver økt på en unik kombinasjon av nye ulike elementer som er ment å utfordre CrossFit-utøvere fysisk. For å komme seg videre må man beherske styrke, kondisjon, utholdenhet og sport-spesifikke egenskaper (Serafini et al., 2018).



Figur 1: CrossFit Games sesongen 2021 for individuelle utøvere.

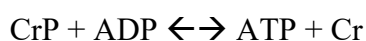
2.6 Hva bestemmer prestasjonen i CrossFit?

I de senere år har forskere prøvd å belyse den fysiske kapasiteten som kreves for å prestere i CrossFit. Butcher et al. (2015) var en av de første til å studere dette på et utvalg CrossFit-utøvere med erfaring fra CrossFit Open. De konkluderte med at aerob- og anaerob kapasitet, samt tilstrekkelig med styrke er nødvendig for å prestere på høyt nivå i CrossFit. Senere er det publisert flere studier som poengterer viktigheten av aerob og anaerob kapasitet, absolutt og relativ styrke, samt power i underekstremitetene. I tillegg spiller kroppssammensetning, sport-spesifikke egenskaper og CrossFit-erfaring en rolle for prestasjon i CrossFit (Mangine et al., 2020; Butcher et al., 2015; Martínez-Gómez et al., 2019; Serafini et al., 2018; Bellar et al., 2015; Dexheimer et al., 2019).

CrossFit stresser kroppens tre energisystemer; kreatinfosfatsystemet, det anaerobe systemet og det aerobe systemet. Det relative bidraget fra hvert system under arbeid avhenger av varigheten og intensiteten på arbeidet (Gastin, 2001). Kravet til maksimal styrke, samt spesifikk utholdenhet til å utføre gjentatte repetisjoner i henholdsvis vektløfting, styrkeløft og turn, er også faktorer som er viktig for prestasjon i CrossFit.

2.6.1 Anaerob kapasitet

Den anaerobe kapasiteten belyses som evnen til å syntetisere adenosintrifosfat-molekyler (ATP) gjennom anaerob energiomsetning (Green, 1994). Det er benyttet flere metoder for å måle den anaerobe kapasiteten, blant annet oksygenunderskudd, invasive målinger av muskelmetabolitter og laktat, oksyngjeld og gjennomsnittlig power i 30 sekunder, uten å komme til en universal enighet (Gastin, 1994; Green, 1995). Den anaerobe energiomsetningen består av energisystemene kreatinfosfatsystemet og glykolysen (Gastin, 2001). Anaerob energiomsetning har som oppgave å dekke kroppens energikrav i starten av et arbeid, og under arbeid med veldig høy intensitet hvor det ikke er mulig å dekke ATP-syntetisering via oksygen og det aerobe energisystemet. For å prestere med maksimal innsats fra 0-30 sekunder er man avhengig av rask tilgjengelig energi. Denne energien kommer primært fra kreatinfosfatsystemet (Hawley et al., 2014). Kreatinfosfatsystemet syntetiserer ATP ved at kreatin kinase katalyserer allerede eksisterende kreatinfosfat (CrP) og adenosindifosfat-molekyler (ADP) i muskelceller (Egan & Zierath, 2013):



Når kreatinfosfatsystemet ikke lenger klarer å dekke energikravet, tar glykolysen mer over for å opprettholde muskelkontraksjoner. Anaerob glykolyse produserer ATP gjennom nedbrytning av primært muskelglykogen til laktat (Gastin, 1994; Hawley et al., 2014). Den anaerobe kapasiteten er i stor grad avhengig av fettfri masse og muskelstørrelse (Gastin, 1994), og er en viktig egenskap for CrossFit-utøvere i økter som har en varighet på under 2 minutter. Opp gjennom årene i CrossFit Games er det regelmessig implementert øvelser med kort varighet der det stilles store krav til anaerob kapasitet. Senest i 2019 og 2020 var det sprint-økter med varighet på under 2 minutter i CrossFit Games. Den CrossFit-utøveren som opprettholder høyere gjennomsnittlig power vil utføre et større arbeid. Dette resulterer i enten flere repetisjoner eller raskere gjennomføring i CrossFit-økter som stiller krav til anaerob kapasitet.

2.6.2 Aerob kapasitet

Aerob kapasitet (maksimalt oksygenopptak; $\dot{V}O_{2\text{maks}}$) defineres som den høyeste hastigheten oksygen tas opp, transporteres, og utnyttes i kroppen per tidsenhet under helkroppsarbeid (Basset & Howley, 2000; Bouchard et al., 2011). $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ er en av de viktigste faktorene for utholdenhetsprestasjon (Jones & Poole, 2009; Helgerud et al., 2007). Faktorer som lungene, hjertet, blodet og muskulaturen vil påvirke $\dot{V}O_{2\text{maks}}$. Særlig har økt minuttvolum i hjertet, hemoglobinkonsentrasjonen i blod og ekstraksjonskapasitet i muskulatur en betydelig innvirkning på $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ (Basset & Howley, 2000). $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ uttrykkes i absolutte verdier ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$) og relative verdier ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), hvor absolutte verdier er mer representativt for CrossFit på grunn av deres størrelse (se diskusjon, kapittel 5.2). Ønsker man å holde høy intensitet uten å oppnå tretthet, er man avhengig av å produsere nok ATP gjennom aerob energiomsetning for å opprettholde muskelkontraksjoner (Hawley et al., 2014; Egan & Zierath, 2013). I motsetning til anaerob energiomsetning, kan aerob energiomsetning produsere store mengder ATP til muskelkontraksjoner, men hastigheten på produksjonen av ATP er mer begrenset enn den anaerobe energiomsetningen (Gastin, 2001). Gjennom anaerob energiomsetning blir glukose brutt ned til pyruvat som ender i laktat og hydrogenion i cytoplasma, mens under aerob energiomsetning blir pyruvat tatt opp i mitokondriene (gjennom krebs syklus og elektrontransportkjeden) for videre oksidering til ATP (Spurway, 1992).

Selv om ikke CrossFit kategoriseres som tradisjonell utholdenhetsidrett, er høy $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ nødvendig for å hevde seg. Dette er fordi i CrossFit foregår mye av arbeidet på høy intensitet, ofte mellom 5-15 minutter. Ved arbeid med varighet på 5-15 minutter er det mulig å utnytte 100 % av $\dot{V}O_{2\text{maks}}$, eller tett opp mot 100 % av $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ (Billat et al., 2013; Koralsztein & Billat, 2000). Feito et al. (2019) foreslår at evnen til å hente seg raskt inn igjen mellom arbeid er en viktig faktor for å prestere i CrossFit. For eksempel i CrossFit Games 2019 og 2020 konkurrerte CrossFit-utøverne i intervall-pregede økter som stilte krav til evnen til å hente seg inn igjen. Høy aerob energiomsetning er ikke bare viktig for å holde høy intensitet, men $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ spiller også en rolle for raskere syntetisering av ATP fordi oksygen er nødvendig i denne prosessen (Tomlin & Wenger, 2001). I CrossFit konkurreres det ofte over perioder på 1-5 dager, der utøvere må være i stand til å utføre 3-5 økter på en dag der hver økt gjennomføres med maksimal innsats. Egenskapen til å hente seg inn igjen mellom økter må derfor være svært god.

2.6.3 Styrke

Styrke defineres som muskelens eller muskelgruppens evne til å produsere kraft, dynamisk eller statisk (Stone et al., 2006). Vi deler styrke inn i maksimal styrke, eksplosiv styrke og utholdende styrke (Stone et al., 2006; Travis et al., 2020). Spesielt maksimal styrke og utholdende styrke er viktige egenskaper for å prestere i CrossFit; 1 repetisjon maksimum (1RM) testes regelmessig i øvelsene knebøy, markløft, rykk og støt. Samtidig utføres det ofte høyt antall repeterte-knebøy og press-varianter med submaksimal belastning (<30 % av 1RM) som stiller krav til en utholdende styrke i henholdsvis under- og overekstrimitetene. Hvorav begrepene maksimal styrke og eksplosiv styrke er mer definert, er utholdende styrke mer uklart. Utholdende styrke kan forklares som evnen til å opprettholde og gjenta kontraksjoner med submaksimal vekt, eller kraft (Stone et al., 2006; Wang et al., 1993). Faktorer som er viktige for maksimal og eksplosiv styrke kategoriseres som morfologiske- og nevrologiske faktorer (Folland & Williams, 2007). Morfologiske faktorer involverer muskelens tverrsnittsareal, fibertypesammensetning og muskelarkitektur. Nevrologiske faktorer involverer motorisk konfigurasjon, koordinering mellom agonist muskel (muskel som utfører bevegelse) og antagonist muskel (muskel som virker motsatt av agonist), antall aktive motoriske enheter, fyringsfrekvens og refleksaktivitet (Folland & Williams, 2007).

Økning i 1RM er en kombinasjon av de morfologiske og nevrologiske faktorene. I adaptasjon til styrketrening kommer det første bidraget fra det nevralt, i hovedsak endringer i koordinering mellom agonist og antagonist muskler, og forbedret aktivering og rekruttering av muskulatur. Etter noen få måneder spiller de morfologiske-hypertrofiske adaptasjonene en større rolle. Blant annet har økt tverrsnittsareal i muskulatur god korrelasjon med muskelstyrke. I tillegg har fibertypene IIa og IIx større kraftpotensial enn fibertype I (Methenitis et al., 2020; Ferland et al., 2020; Folland & Williams, 2007). Som nevnt utføres det ofte høyt antall repeterte-knebøy og press-varianter med submaksimale belastninger (<30 % av 1RM) i CrossFit. Dette stiller krav til den oksidative kapasiteten hos de arbeidende muskelgruppene. Den oksidative kapasiteten kan forklares av andel oksidative fibre (type I), aktivitet av aerobe enzymer, kapillærtetthet, samt størrelse og antall mitokondrier (Wang et al., 1993). Senest i CrossFit Open 2021, økt nr.3, måtte CrossFit-utøvere gjennomføre 45 repetisjoner av frontbøy og 45 repetisjoner av thruster (frontbøy + skulder-press) på henholdsvis 43 kg for menn og 29 kg for kvinner, i samme økt på kortest mulig tid, sammen med turnøvelser. Dette er 20-30 % av 1RM for CrossFit-utøvere på det høyeste nivået i sporten (Serafini et al., 2018).

2.7 Tidligere litteratur om fysisk kapasitet i CrossFit

Til tross for økt interesse for CrossFit og dens utvikling de siste årene, er det fortsatt uvisst hvilken fysiologi som forklarer prestasjonen til elite-utøvere i CrossFit. Claudino et al. (2018) publiserte en oversiktsartikkel der de konkluderte med mangelfull litteratur når det kommer til studier med høy evidens og lav risiko for bias i CrossFit. Tidligere har Butcher et al. (2015) diskutert at de har få studier å sammenlikne resultatene sine med. I senere tid er det derimot blitt publisert flere studier assosiert med fysisk kapasitet i CrossFit, hvor det ser ut til å være en trend rundt hvilke studier og forfattere som regelmessig siteres. Lite forskning rundt fysisk kapasitet i CrossFit kan komme av CrossFit's eksistens, stor variasjon i hvilke tester og metoder som blir benyttet, få forsøkspersoner, i tillegg til utøveres tilgjengelighet for å delta i forsøk. Tidligere litteratur som har forsøkt å beskrive CrossFit-utøveres fysiske kapasitet, har forsøkt å kartlegge om fysiske egenskaper som aerob og anaerob kapasitet, eller maksimal styrke kan predikere prestasjon i CrossFit.

Det har også blitt studert hvilke fysiske forskjeller det er mellom CrossFit-utøvere på forskjellige nivåer, samt hvordan CrossFit-utøvere og CrossFit-mosjonister er sammenliknet opp mot normalt styrketrente personer (Butcher et al., 2015; Bellar et al., 2015; Mangine et al., 2020; Dexheimer et al., 2017).

Interessant for denne oppgaven er studier som beskriver CrossFit-utøvernes fysiske kapasitet. På grunn av den mangelfulle litteraturen, er det nødvendig å benytte publiserte resultater fra studier som ikke har som formål å kartlegge den fysiske kapasiteten i CrossFit. Ut fra de publiserte resultatene i studiene, fra de samme fysiologiske testene, kan man få et større grunnlag til å sammenlikne resultatene med CrossFit-utøverne i denne studien. Tabell 1 viser hvilke relevante tester som er brukt i relevante studier, mens Tabell 2 går litt dypere inn i studier som har undersøkt fysisk kapasitet i CrossFit.

Tabell 1: *Oversikt over fysiologiske tester som CrossFit-relevante studier har benyttet.*

Studie	$\dot{V}O_{2maks}$	Wingate	CrossFit Total	DXA	CMJ
Bellar et al. (2015)	×	×			
Butcher et al. (2015)	×	×	×		
Mangine et al. (2020)	×	×		×	
Dexheimer et al. (2019)	×	×	×		
Feito et al. (2019)		×			
De Sousa et al. (2016)					×
Martinez-Gómez et al. (2019)					
Martinez-Gómez et al. (2020)	×	×			×

Forkortelser: $\dot{V}O_{2maks}$, maksimalt oksygenopptak; CrossFit Total, sum av 1RM i knebøy, skulder-press og markløft; DXA: Dual-energy X-ray absorptiometry; CMJ, svikthopp.

I et forsøk på å beskrive den fysiske kapasiteten til CrossFit-utøvere er det benyttet både laboratorietester og praktiske tester (Mangine et al., 2018). Selv om enkelte fysiologiske tester er assosiert med prestasjon i CrossFit, gjør det å kun teste én faktor det vanskelig å predikere prestasjon i CrossFit på grunn av den store variasjonen; graden av sammenheng er i grunn avhengig av økten som blir analysert (CrossFit Games, 2014; Butcher et al., 2015; Bellar et al., 2015; Martinez-Gómez et al., 2020).

I enkelte økter er det nødvendig med høy $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ for å holde høy intensitet. Mens i andre økter må den relative styrken være god nok til at utøverne er i stand til å utføre gjentatte repetisjoner med eksterne submaksimale belastninger.

Praktisk utarbeiding av fysiske anbefalinger om hva som kreves for å hevde seg i CrossFit kan angis som hvor mange runder/repetisjoner i en gitt økt utøveren klarer i løpet av en gitt tid (AMRAP), hvor fort utøveren gjennomfører en spesifikk oppgave (FOR TIME), eller hvor mange kilo utøveren løfter. Når man utarbeider en slik anbefaling er det også ønskelig å gå i dybden for å se hva som ligger bak de relevante fysiologiske verdiene, basert på de forskjellige energiomsetningene som regelmessig testes.

Selv om CrossFit har stor variasjon i økter under konkurranser, er det utarbeidet ulike økter som defineres som referanseøkter. Disse tar utgangspunkt i å teste forskjellige fysiske egenskaper og brukes som et mål på individuell progresjon, eller for å måle seg mot andre utøvere. I litteraturen er det positivt at noen studier benytter seg av disse testene for å kunne sammenlikne metoder og utvalg (Butcher et al., 2015; Dexheimer et al., 2019; Serafini, 2018; Mangine et al., 2018). To studier har forsøkt å kartlegge og rangere utøvere, basert på selvrapporterte resultater fra noen slike referanseøkter (Serafini et al., 2018; Mangine et al., 2018). Det er god grunn til å tro at testresultatene representerer det beste for hver utøver, siden de er publisert som personlige rekorder. Men fra de selvrapporterte resultatene må man være klar over at øktene muligens var utført i en treningshverdag hvor det ikke tas stilling til ugyldige repetisjoner, ettersom øktene muligens var gjennomført uten noe dømming/overvåking, og/eller med eventuell mangelfull standardisering av hvordan bevegelsene skulle gjennomføres. På en annen side kan denne kartleggingen hjelpe til med å danne inklusjonskriterier og eksklusjonskriterier for kommende studier. For eksempel har inklusjonskriterier fra tidligere studier basert seg på erfaring i CrossFit (Butcher et al., 2015), men inklusjonskriterier basert på erfaring gir ikke et konkret bilde over nivået til CrossFit-utøvere. Dette gjør det vanskelig å generalisere funnene til alle CrossFit-utøvere (Mangine et al., 2018). Resultatene fra Mangine et al. (2018) viste testresultater med stor variasjon fra forsøkspersoner med lik erfaring (>12 måneder). Basert på tidligere litteratur burde videre studier basere rekruttering på nivå, og ikke erfaring (Mangine et al., 2018).

Tabell 2: En oversikt over studier som ser på fysisk kapasitet i CrossFit.

Forfatter	Hensikt	Metode	Hovedfunn
Bellar et al. (2015)	Undersøke forholdet mellom aerob kapasitet, anaerob kapasitet og spesifikke CrossFit-økter.	32 friske menn $\dot{V}O_{2maks}$, Wingate og to CrossFit-økter	CrossFit-erfaring spiller en rolle. Aerob og anaerob kapasitet er assosiert med i alle fall en av øktene
Butcher et al. (2015)	Predikering av CrossFit prestasjon ved bruk av fysiske målinger	10 menn og 4 kvinner 4 CrossFit-økter, $\dot{V}O_{2maks}$ og Wingate	CrossFit prestasjon kan ikke predikeres av $\dot{V}O_{2maks}$ eller Wingate men det anbefales at CrossFit-utøvere innehar tilstrekkelig med styrke og aerob kapasitet for å kunne prestere i CrossFit
Mangine et al. (2020)	Se på fysiologiske forskjeller mellom elite-utøvere (CrossFit), mosjonister (CrossFit) og mosjonister (Styrketrening)	16 menn og 7 kvinner Blodprøver, muskelmorfologi, $\dot{V}O_{2maks}$ RMR, kroppssammensetning, styrke, sykkeltest (3 minutter maks)	Elite-utøvere innehar en rekke fysiske fordeler over mosjonsutøvere og normalt styrketrente personer. Ingen forskjeller mellom mosjonister i CrossFit og normalt styrketrente personer

Dexheimer et al. (2019)	Kan fysiologiske målinger indikere prestasjon i CrossFit	12 menn og 5 kvinner Kroppssammensetning, antropometri, $\dot{V}O_{2maks}$, Wingate, løpstest (3 minutter maks), styrke, tre CrossFit-økter	Enkelte fysiologiske variabler kan benyttes til å forutsi CrossFit-prestasjon
Mangine et al. (2018)	Kategorisering av CrossFit nivå for fem CrossFit-økter	Samling av prestasjonsdata fra 133 857 menn og kvinner 10 000 profiler ble randomisert for analyser	Resultatene kan evaluere progresjon, etablere praktiske anbefalinger og standardisere inklusjonskriterier og eksklusjonskriter for videre forskning i CrossFit
Serafini et al. (2018)	Kategorisering av CrossFit nivå på bakgrunn av selvrapporterte prestasjoner	1500 menn og 15 kvinner fra CrossFit Open Kategorisert resultater i kvantiler (Q1-Q5) basert på ranking 1RM knebøy, markløft, støt, rykk, 400 meter og 5000 meter løp og fem CrossFit-økter	De beste utøverne utmerker seg i alle de fysiske egenskapene
Feito et al. (2019)	Å undersøke den fysiologiske responsen etter anaerobt arbeid	15 menn og 14 kvinner 4 påfølgende Wingate tester med korte pauser	Evnen til å opprettholde høy intensitet og kjapt hente seg inn igjen mellom intensive intervaller er en viktig faktor i CrossFit

Martinez-Gómez et al. (2020)	Undersøke forholdet mellom CrossFit-økter og fysiologiske markører relatert til aerob- og anaerob kapasitet, styrke og power	15 personer ble delt inn i «high performance group» (n=7) og «low performance group» (n=8). 1RM knebøy og benk press, CMJ, fallhopp, $\dot{V}O_{2maks}$, Wingate og CrossFit Open 2019.	CrossFit prestasjon er assosiert med power-, styrke- og aerobe variabler, men det kommer an på hvilken CrossFit økt som er brukt for sammenheng.
------------------------------	--	---	--

Forkortelser: $\dot{V}O_{2maks}$, maksimalt oksygenopptak; RMR, hvilemetabolisme; 1RM, 1 repetisjon maksimum; CMJ, svikhopp.

2.7.1 Fysisk kapasitet og prestasjon

Bellar et al. (2015) og Butcher et al. (2015) var noen av de første som ønsket å undersøke sammenhengen mellom fysisk kapasitet og CrossFit-prestasjon. I studien til Bellar et al. (2015) observerer de at resultatene fra to CrossFit-økter var mer påvirket av erfaring i CrossFit, enn de fysiologiske verdiene som ble målt i $\dot{V}O_{2maks}$ og Wingate. Noe av forklaringen bak dette kan være kravet til tekniske ferdigheter i den ene CrossFit-økten som i sin tur kan ha vært av negativ betydning for de mer uerfarne CrossFit-utøverne. Videre, i motsetning til anaerob kapasitet, var $\dot{V}O_{2maks}$ signifikant assosiert med den første CrossFit-økten, noe som kan forklares av at den andre CrossFit-økten tok cirka 3-5 minutter å gjennomføre versus 12 minutter for den første. Dette indikerer at behovet for aerob og anaerob energiomsetning var forskjellig i de to respektive øktene. Man kan dermed si at denne studien forsørger litteraturen med data om fysisk kapasitet i CrossFit, men disse dataene vil ikke være gjeldene for elite-utøvere i CrossFit. Det var ingen forskjell i $\dot{V}O_{2maks}$ eller anaerob kapasitet mellom de erfarne og uerfarne, noe som tyder på at utøverne i denne studien ikke var på særlig høyt nivå. Dette kan støttes av Mangine et al. (2020) som finner tydelige fysiologiske forskjeller mellom utøvere på høyt nivå sammenliknet med utøvere som driver med CrossFit som mosjon.

I studien til Butcher et al. (2015) ønsket de å se om egenskaper innenfor aerob og anaerob energiomsetning, samt styrke kunne predikere prestasjon i CrossFit. Dette ble delvis, men ikke helt støttet. I denne studien ga de fysiologiske variablene ingen konkrete indikasjoner for CrossFit-prestasjon. Fra de fire referanseøktene som ble testet i studien, var styrke i henholdsvis knebøy, skulder-press og markløft en bedre indikator for CrossFit-prestasjon enn $\dot{V}O_{2maks}$ og anaerob kapasitet. Fullkroppsstyrken fra knebøy, skulder-press og markløft forklarte henholdsvis 77 % og 47 % av resultatene i to CrossFit-økter. Den ene CrossFit-økten var 30 repetisjoner av vektløfting-øvelsen støt for tid (Grace³), mens den andre var 21 repetisjoner av thruster før pull-ups, deretter 15,15 og 9,9 på raskest mulig tid. Det vil si at felles for disse to CrossFit-øktene var at alle øvelser inkluderte vektløfting, noe som indikerer at det tekniske aspektet av å utføre øvelsene kan ha betydning for resultatene i CrossFit-øktene. Den relative styrken til utøverne spiller også en rolle ettersom øktene utføres med en viss prosent av 1RM i støt. Dette underbygger viktigheten av fullkroppsstyrken i enkelte økter. Denne studien gjorde en god jobb med å forsørge lesere for data. De har publisert resultatene sine fra alle de fysiologiske testene, i tillegg til spredningen (minste og laveste verdi). Men som de sier selv er ikke CrossFit-utøverne på et høyt nok nivå, og resultatene kan ikke appelleres til elite-utøvere. De kommenterer også at det ikke var særlig mye tilgjengelig data de kunne sammenlikne fra tidligere litteratur. Basert på denne studien kan vi heller ikke dra nytte av disse dataene for å videre se hva som kreves av fysisk kapasitet for elite-utøvere i CrossFit. I denne studien (Butcher et al., 2015), til sammenlikning med studien til Bellar et al. (2015), lå resultatene fra de fysiologiske testene på omtrent samme nivå, noe Mangine et al. (2020) tidligere har bekreftet ikke er på nivå med elite-utøvere i CrossFit.

Dexheimer et al. (2019) ønsket å se hvilke fysiologiske tester som kunne være den fremste indikatoren for prestasjon i CrossFit. De fant at $\dot{V}O_{2maks}$ forklarte 68 % av en CrossFit-økt som inneholder 2000 meter løping. Økten var fordelt på 5 runder med 400 meter løping og 15 knebøy fremført med vektstangen statisk over hodet (43 kg for menn, 29 kg for kvinner). Dette skulle gjennomføres på kortest mulig tid (FOR TIME). Anaerob kapasitet hadde en signifikant sammenheng med CrossFit Total (summen av 1RM i knebøy, skulder-press og markløft) og forklarte 57 % av resultatet.

³ Grace er et eksempel på en CrossFit-spesifikk referanseøkt med 30 støt (Clean & Jerk) for tid.

At CrossFit Total forklarte så mye av anaerob kapasitet kommer nok av betydningen fettfri masse (muskeltverrsnitt) og muskelstyrke har på maksimal kraftutvikling (Rønnestad et al., 2010; Gastin, 1994).

Fra de publiserte resultatene i denne studien og studien til Butcher et al. (2015), sammen med den offisielle resultatlisten fra CrossFit Total i CrossFit Games 2018, skulle man helst tenkt seg at et bilde kunne bli dannet i litteraturen over fysiske anbefalinger i de tre baseløftene. I stedet viser det hvor stor forskjell det er mellom utøvere på elite-nivå og mosjonister når det kommer til maksimal styrke i baseløftene knebøy, skulder-press og markløft.

Feito et al. (2019) ønsket å se den fysiologiske responsen etter fire påfølgende Wingate tester, med 90 sekunder pause mellom hver test. Wingate resultatene ble også brukt til å se hvordan en CrossFit-økt på 15 minutter ble påvirket. Forsøkspersonene var beskrevet til å være utøvere på høyt nivå. Selv om utøverne kun utførte én fysiologisk test, gir denne testen et bilde på hva man kan forvente av kraftutvikling i Wingate når man tester utøvere på høyt nivå. På bakgrunn av dette gir denne studien et godt bilde over den anaerobe kapasiteten til CrossFit-utøvere på elite nivå. Det hadde derimot vært ønskelig at studien inkluderte flere tester på utøverne for å se hva slags nivå de lå på i andre fysiologiske tester som vi har sett fra tidligere studier (Tabell 1)

2.7.2 Fysisk kapasitet på forskjellig nivå

Mangine et al. (2020) bekrefter i sin studie at det er fysiske forskjeller mellom utøvere på elite nivå sammenliknet med utøvere som driver med CrossFit for mosjon. Tester som kroppssammensetning, muskelmorfologi, blodprøver, maksimal styrke og $\dot{V}O_{2maks}$ ble utført. Det ble ikke observert noen forskjeller mellom de som driver med CrossFit for å forbedre helsen, sammenliknet mot de som driver tradisjonell styrketrening. I litteraturen er nok dette den studien med flest utøvere med erfaring fra de største internasjonale konkurransene, hvert fall som er kommentert. Verdiene fra denne studien ville derfor vært nyttig for å sammenlikne mot tidligere studier (Bellar et al., 2015; Butcher et al., 2015). Dessverre har ikke Mangine et al. (2020) publisert verdiene sine for $\dot{V}O_{2maks}$, eller utført CrossFit-spesifikke økter som var tilfelle i tidligere studier (Dexheimer et al., 2019; Butcher et al., 2015; Bellar et al., 2015; Martínez- Gómez, 2019).

Studien utførte derimot Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) målinger for å måle kroppssammensetning, disse resultatene er derimot publisert i motsetning til $\dot{V}O_{2\text{maks}}$. Disse målingene kan anvendes for å se ratioen mellom henholdsvis skjelettmuskulatur og fettmasse, der en optimal ratio kan øke effektiviteten i kroppsvektøvelser på grunn av bedre relativ styrke og lavere energikostnad (Mangine et al., 2020; O'Connor & Slater, 2011). Selv om Butcher et al. (2015) og Bellar et al. (2015) ikke klarte å predikere prestasjon ved bruk av fysiologiske tester, antyder disse resultatene at høyere $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ vil være fordelaktig for å kunne opprettholde høy intensitet under arbeid, og slik bidra til bedre prestasjon i CrossFit.

2.7.3 Fysisk kapasitet fra normative data

Både Serafini et al. (2018) og Mangine et al. (2018) kategoriserer nivå ut fra selv-rapporterte resultater som er publisert på utøveres egne profiler på internett. Svakheterne med dette ble tidligere nevnt i kapittel 2.7 (f.eks. ingen standardisert gjennomføring). Formålet med disse studiene var å fastsette normalverdier for fem referanseøkter og styrkeøvelser som ofte benyttes i CrossFit. Begge studiene rangerte resultatene i kategorier fra topp til bunn. Når det kartlegges på denne måten er det ingen overraskelse at de best rangerte utøverne er sterkere, gjennomfører flere repetisjoner eller gjennomfører spesifikke oppgaver på kortere tid. I motsetning til tidligere studier, gir disse to undersøkelsene en god oversikt over hvilke nivå utøverne burde ligge på i praktiske økter som har som mål å teste forskjellige fysiologiske egenskaper. Derfor hadde det vært av stor interesse å fremvise flere fysiologiske variabler for utøvere som lå i de best rangerte kategoriene.

2.7.4 Oppsummering av tidligere litteratur

Basert på tidligere vitenskapelige studier, er det per i dag ingen informasjon i litteraturen om hvilke fysiske egenskaper elite-utøvere i CrossFit innehar. Tidligere studier har hatt som formål å undersøke sammenhengen mellom fysiske egenskaper og CrossFit-prestasjon. Disse konkluderer med at aerob og anaerob kapasitet, samt helkroppsstyrke er viktig for å prestere i CrossFit. Det er også sett på forskjell i fysisk kapasitet mellom CrossFit-utøvere på forskjellig nivå, hvor man finner en signifikant bedre fysisk kapasitet hos de beste CrossFit-utøverne. I tillegg er resultater fra offisielle brukerprofiler i CrossFit kategorisert i grupper basert på nivå. Her er det ingen overraskelse at de beste utøverne skiller seg ut fra resten. Selv om studienes formål er positive, og studier publiserer mye nyttig data, er ikke utvalget i studiene på høyt nok nivå til å representere de beste CrossFit-utøverne.

3. Metode

3.1 Studiedesign

Denne studien er en deskriptiv tverrsnittstudie av elite-CrossFit-utøvere. En rekke standardiserte fysiske og fysiologiske tester ved Norges idrettshøgskole (NIH) og Olympiatoppen (OLT) ble benyttet (Tabell 3). For å sette testresultatene fra CrossFit-utøverne i perspektiv ble de sammenliknet med relevante testresultater fra alpinister på landslagsnivå. De utvalgte testene inngår i alpinistenes testbatteri, og samtidig anses alpinister for å være generelt godt trent. Dette ligger i alpinistenes motto, «Jack of all trades, master of none»⁴.

Tabell 3: Oversikt over studiens tester og deres formål.

Generelle tester	Formål
Maksimalt oksygenopptak	Aerob kapasitet
Laktatprofil	Utholdenhet
Wingate	Anaerob kapasitet
Svikthopp	Spenst
Knebøyhopp	Spenst
Keiser benpress	Styrke og power
Knebøy	Styrke i underekstremitetene
Dual-energy X-ray absorptiometry	Kroppssammensetning

3.2 Etiske betraktninger

Ved forespørsel om deltakelse fikk CrossFit-utøverne og alpinistene utlevert et detaljert informasjon- og samtykkeskriv om studien. I vedlegget ble det blant annet informert om frivillig deltakelse, og ingen negativ konsekvens om noen ønsket å trekke seg fra studien (Vedlegg I og Vedlegg II). Informasjon- og samtykkeskrivet måtte signeres for godkjent deltakelse. Før oppstart ble studien godkjent av NIHs etiske komité (referansenummer 22102017) og Norsk senter for forskningsdata (referansenummer 232347). Studien ble gjennomført i henhold til etiske retningslinjer, utarbeidet av Helsinkideklarasjonen.

⁴

https://www.skiforbundet.no/contentassets/0fa2dd98dee44b79914efd97cb6e8d91/3fagstoffalpint_lillehammerbarmark_reid_121112.pdf

3.3 Forsøkspersoner – CrossFit-utøvere

I denne studien ønsket vi å inkludere aktive CrossFit-utøvere på et svært høyt nasjonalt, samt internasjonalt nivå. 19 CrossFit-utøvere, 8 menn (CFM) og 11 kvinner (CFW), ble rekruttert gjennom lokale CrossFit-sentre (Oslo, Norge) og via åpne plattformer.

CrossFit-utøvernes karakteristikk er beskrevet i Tabell 4. For å kunne delta i studien gjaldt følgende inklusjonskriterier:

- I. Menn og Kvinner >18 år.
- II. Deltatt/kvalifisert*, CrossFit Games.
- III. Deltatt i verdensmesterskap, Funksjonell Fitness.
- IV. Deltatt i Regionals⁵/Sanctionals⁶.
- V. Nasjonal topp 15, CrossFit Open 2019 og/eller 2020.

*På grunn av COVID-19, hadde enkelte utøvere som var kvalifisert til CrossFit Games 2020 mistet retten til å delta på grunn av endringer og strenge restriksjoner.

Eksklusjonskriterier

- I. Sykdom eller skader som ikke gjør det mulig å gjennomføre studiens tester.

Tabell 4: Antropometriske data av CrossFit-utøverne. Verdiene er presentert som gjennomsnitt \pm SD.

	CrossFit menn n = 8	CrossFit kvinner n = 11
Alder (år)	28,4 \pm 3,0	29,2 \pm 4,4
Høyde (cm)	181,1 \pm 7,2	168,4 \pm 5,1
Vekt (kg)	88,5 \pm 7,7	67,9 \pm 5,3

⁵ Regionals: Tidligere internasjonale konkurranser (-2018) basert på regioner, regissert av CrossFit (Europa, Sør- Amerika, Oseania, Nord-Amerika, Asia, Afrika)

⁶ Sanctionals: Uavhengige internasjonale konkurranser, forekommet og arrangert av CrossFit aktører.

3.4 Forsøkspersoner - Alpinister

For å kunne sammenlikne resultatene mellom CrossFit og Alpint, ønsket vi alpinister på tilsvarende konkurransenivå. Alpinistene ble rekruttert via det norske Alpinlandslagets trenere. Siden de generelle testene inngår i alpinistenes testbatteri og var allerede gjennomført, behøvde de kun samtykke om deltakelse. Samtykke om deltakelse ga tillatelse til å hente ut og bruke individuelle resultater fra OLTs database. For å delta i prosjektet måtte man være norsk landslagsutøver i Alpint mellom 2018-2020. 16 alpinister, 8 menn (AM) og 8 kvinner (AK), ble rekruttert etter å ha oppnådd inklusjonskriterie. Alpinistenes karakteristikk er beskrevet i Tabell 5.

Tabell 5 Antropometriske data av alpinistene. Alle verdier er presentert som gjennomsnitt \pm SD.

	Alpint menn n = 8	Alpint kvinner n = 8
Alder (år)	26,5 \pm 5,7	25,6 \pm 3,5
Høyde (cm)	182,6 \pm 3,0	170,4 \pm 2,8
Vekt (kg)	90,0 \pm 8,2	69,7 \pm 5,3

3.5 Datainnsamling - CrossFit

CrossFit-utøverne ble testet i seks fysiske tester, i tillegg til måling av kroppssammensetning. 1RM i knebøy ble samlet inn en gang for hver utøver i løpet av testperioden. Testene gir et overblikk over deltakernes fysiske kapasitet og gjenspeiler seg i det vi ønsker å undersøke (Tabell 3).

For å forsikre at CrossFit-utøverne møtte opp godt restituert og at tretthet ikke påvirket resultatene negativt, fikk de beskjed om å kun trene rolig 24 timer før testdagen. Søvn, mat- samt koffeininntak ble ikke kontrollert gjennom studiens testperiode. All testing ble gjennomført mellom 1. Juli 2020 – 31. Januar 2021 på NIH.

3.6 Måling av utholdenhet og aerob kapasitet: Laktatprofil og maksimalt oksygenopptak

3.6.1 Utstyr og kalibrering

Før hver test ble alt utstyr knyttet til laktatprofil og $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ kalibrert. For nøyaktige målinger av laktat, ble laktatanalysatoren (Biosen C-Line, EKF-diagnostic GmbH, Tyskland) kalibrert ved å analysere en standardløsning med kjent innhold ($12 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) og to kontroll-løsninger på henholdsvis $3 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ og $15 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Aksepterte målinger ble satt som mellom $2,78\text{-}3,47 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ på lave verdier og $13,04\text{-}16,27 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ på høye verdier.

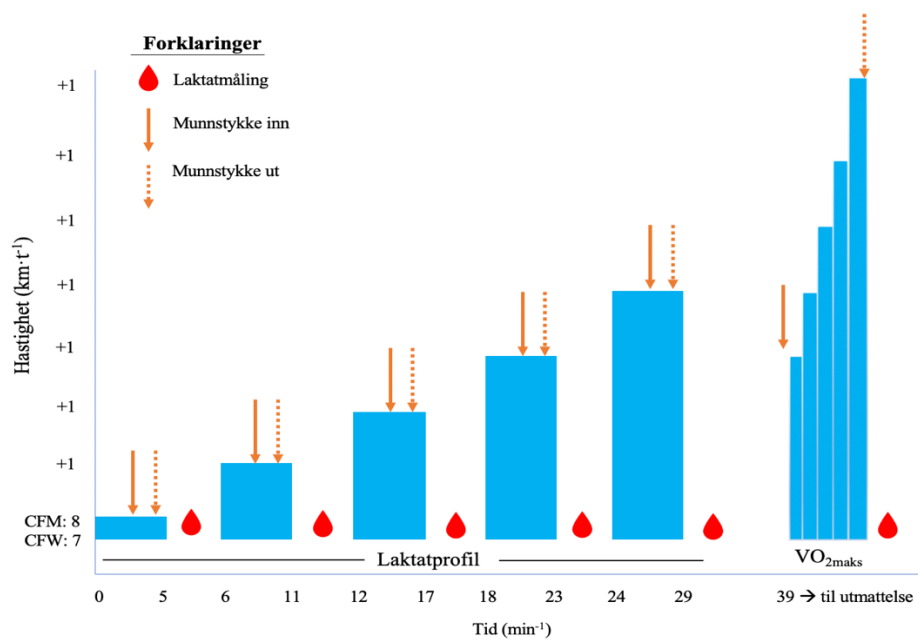
Ergospirometrisystemet Oxycon Pro med miksekammer (Jaeger Instr., Wuerzburg, Tyskland) ble benyttet for å se fysiologiske responser under laktatprofilen, og for å finne $\dot{V}O_{2\text{maks}}$. Oxycon Pro er tidligere validert opp mot Douglas bag metoden, som blir sett på som gullstandarden for å måle gassutveksling (Foss & Hallen, 2005). Oxycon Pro har vist å resultere i svært valide og reliable målinger over et stort område av ventileringer ($\dot{V}O_2$: $0,5\text{-}6,0 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$, V_e : $15\text{-}210 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$) med en variasjonskoeffisient på $<5 \%$ (Foss & Hallen, 2005). Etter at dagens temperatur på testdagen og lufttrykk var registrert, ble volummåleren kalibrert manuelt ved hjelp av en 3 liters håndholdt pumpe (Calibration Syringe, Series 5530, Hans Rudolph Inc., MO, USA). For at apparatet skal oppfatte nøyaktige gasskonsentrasjoner ble O_2 og CO_2 analysatorene kalibrert mot henholdsvis romluft ($\sim 20,93 \%$ O_2 og $\sim 0,04 \%$ CO_2) og en gassflaske med kjent innhold ($\sim 15 \%$ O_2 og $\sim 6 \%$ CO_2). Forskjell på $\pm 3 \%$ ble akseptert.

Under laktatprofilen og måling av $\dot{V}O_{2\text{maks}}$, løp CrossFit-utøverne på en Woodway tredemølle (PPS 55 Sport Woodway inc, USA). For ventilatoriske målinger, pustet CrossFit-utøverne gjennom en toveis ventil med munnstykke (Hans Rudolph Instr., USA). Ekspirert luft ble ført videre inn i miksekammeret via en plastslange koblet til toveis ventilen. I tillegg benyttet CrossFit-utøverne neseklype, for å forsikre at all ventilering gikk via munnstykket.

3.6.2 Protokoll

Ved ankomst på NIH og arbeidsfysiologisk laboratorium ble høyde og vekt registrert iført treningstøy de skulle løpe i, uten sko. CrossFit-utøverne gjennomførte 7 minutter med generell oppvarming på tredemøllen, med progressiv økning i hastighet og stigning. Etter oppvarmingen var det en forberedelsestid på ~3 minutter før start av test (Figur 2).

Laktatprofilen ble utført på 4-7 drag à 5 minutter med 1 minutt pause mellom hvert drag. Starthastigheten ble standardisert til $7 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$ for CFW og $8 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$ for CFM. Deretter økte hastigheten med $1 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$ per drag. All testing ble utført på 5,3 % stigning. I pausene ble laktatkonsentrasjon i kapillærblod målt. Fingerstikk ble gjort med Saft-T-Pro Plus (Accu-Check, Mannheim, Germany) og blod ble trukket inn i et 50 μl kapillærrør. Kapillærrøret ble satt i et 1000 μl eppendorfrør med hemolyserende væske. Eppendorfrøret ble satt i laktatanalysatoren for videre analysering av laktat. Blodlaktat ble plottet mot hastighet, og testen ble avsluttet når CrossFit-utøverne oppnådde en laktatverdi $>2,1 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ over gjennomsnittet av de to første målingene (estimert laktatterskel) (Vedlegg III). Oksygenopptak, ventilering og respiratorisk utvekslingsratio (RER) ble målt fra 2,5-4 minutter gjennom hvert drag. Hjerterefrekvens ble registrert av elektrodebeltet (Polar Electro, Kempele, Finland) som var festet rundt brystkassen. Etter laktatprofilen var det en pause på 10 minutter før test av $\dot{V}O_{2\text{maks}}$. $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ testen ble gjennomført som en trappetrinnsprotokoll; fra start økte hastigheten med $1 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$ for hvert minutt (Figur 2). CrossFit-utøvernes starthastighet ble standardisert til $1 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$ under hastigheten de avsluttet laktatprofilen på. Om CrossFit-utøverne ikke lenger klarte å øke farten, holdt de samme hastighet ut testen til utmattelse og/eller avflatning var nådd. $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ ble definert som snittet av de to høyeste 30-sekundersmålingene gjennom testen.



Figur 2: Protokoll for laktatprofil (f.eks. utøver med 5 drag) og $\text{VO}_{2\text{maks}}$ etter oppvarming. Starthastighet var $7 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$ for kvinner og $8 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$ for menn, før den økte med $1 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$ for hver belastning. Forkortelser: CFM, CrossFit menn; CFW, CrossFit kvinner; $\text{VO}_{2\text{maks}}$, maksimalt oksygenopptak.



Figur 3: CrossFit-utøvere under og etter fullført test. Bildet til venstre viser hvordan oksygenopptaket ($\dot{\text{V}}\text{O}_{2\text{maks}}$) ble registret via munnstykket og inn i Oxycon Pro, løpende på Woodway med 5,3 % stigning. Bildene er brukt med samtykke fra CrossFit-utøvere.

3.7 Måling av spenst: Svikthopp og knebøyhopp

3.7.1 Utstyr

Svikthopp (CMJ), etterfulgt av knebøyhopp (SJ) ble gjennomført på en bærbar kraftplattform (HUR Labs, FP4, Tampere, Finland; maksimal innsamlingsfrekvens 1200 Hz) på stabilt underlag. Kraftplattformer er akseptert som gullstandard i litteraturen når det kommer til måling av hopp høyde, validering av hoppmetoder og vurdering av kraftutvikling hos utøvere (Cronin et al., 2004). Så vidt jeg vet, er ikke HUR Labs validert i litteraturen, men upubliserte data fra OLT viser at kraftplattformen kan overestimere hopp høyde (se kapittel 5.4). Bærbare kraftplattformer har derimot blitt kriterie-validert tidligere opp mot andre aksepterte måleenheter (Buckthorpe et al., 2012). Buckthorpe et al. (2012) fant en meget sterk sammenheng i hopp høyde mellom bærbar kraftplattform og kriterieenheten (bias: $0,8 \pm 3,9$ cm; $r = 0,97$).

Testing av CMJ og SJ startet med 10 minutter generell oppvarming på Keiser ergometersykkel. Før hver CrossFit-utøver skulle utføre første CMJ og SJ ble vekt registrert som startverdi ($9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \times \text{kroppsvekt}$). Kraftplattformen måler kraft i vertikal retning, og kraftplattformens programvare (suite 2.65.5.6 – HUR labs, Tampere, Finland) kalkulerer hopp høyde ved bruk av utgangshastighet (impulsemomentum teorien) (Linthorne, 2001). Det ble gjennomført minimum tre hopp i henholdsvis CMJ og SJ. Om forsøket var ugyldig, eller om CrossFit-utøverne fortsatte å øke hopp høyden, ble flere forsøk tillatt. Høyeste hopp høyde ble registrert som resultat i CMJ og SJ. CrossFit-utøverne hoppet uten sko.

3.7.2 Protokoll

I CMJ startet CrossFit-utøverne i stående posisjon med hendene på hoften (akimbo) under hele utførelsen. På signal fra testleder senket CrossFit-utøverne seg til omtrentlig 90° i kneleddet før de satset maksimalt vertikalt uten pause i bunnposisjon. Mellom hvert hopp ble det gitt 30-60 sekunder pause. Etter avsluttet CMJ ble det gitt en pause på ~ 3 minutter før SJ protokollen ble gjennomført. I SJ startet CrossFit-utøverne i stående posisjon med hendene på hoften (akimbo) under hele utførelsen. På signal fra testleder senket CrossFit-utøverne seg til omtrentlig 90° i kneleddet og ventet på signal (~ 3 sekunder). På signal satset CrossFit-utøverne, uten svikt, maksimalt vertikalt. Svikt ble identifisert som liten amplitude på kraft-tid kurven, i tillegg til visuelt av testleder.

Ved svikt ble forsøket ikke-godkjent. Mellom hvert hopp ble det gitt 30-60 sekunder pause. CrossFit-utøverne fikk verbal oppmuntring til å satse maksimalt vertikalt.



Figur 4: Utførelse av CMJ (startposisjon – dybde – utførelse) på HUR Labs bærbare kraftplattform. Bildene er brukt med tillatelse fra CrossFit-utøver.

3.8 Måling av kraftutvikling: Keiser benpress

3.8.1 Utstyr

Kraft-, hastighet- og powermålinger ble gjennomført ved bruk av Keiser benpress (Keiser Pneumatic Leg Press Air 420, Keiser Corporation, Fresno, CA, USA). Keiser benpress er et treningsapparat som baserer seg på pneumatisk motstand (altså luftmotstand). Keiser benpress måler kraft fra kompresjonskreftene i sylindrene under konsentrisk fase, og hastighet blir registrert som raskeste forflytning av posisjonssensorene i sylindrene (Lindberg et al., 2021; Redden et al., 2018). Keiser benpress har muligheter for både bilaterale og unilaterale aksjoner. I denne studien ble alle aksjoner fra høyre og venstre ben utført samtidig, men uavhengig av hverandre (unilateralt) for å detektere individuelle forskjeller mellom ben (Figur 4). Keiser benpress har tidligere vist seg å være svært pålitelig etter undersøkelser for test-retest reliabilitet (Lindberg et al., 2021; Redden et al., 2018). Lindberg et al. (2021) finner en intraclass correlation (ICC) for kraft, hastighet, power på 0,82-0,98. Det samme gjør Redden et al. (2018) med ICC på 0,82-0,93 for sine kraft, hastighet og power variabler.

3.8.2 Tilvenningsdag

For å minimere potensielle feilkilder, ble det gjennomført en tilvenningsdag før selve testdagen. Tilvenningsdagen gikk ut på å standardisere startposisjon (loddrett lårben i startposisjon) (Figur 4) for hvert individ, finne estimert 1RM som ble benyttet i protokollen under testdagen, og bli kjent med motstanden i apparatet for å minske nervesystemets bremsing (koaktivering av antagonist som fører til mindre aktivering av agonist muskler, resultatet er lavere fyringsfrekvens og kraftproduksjon) rundt høyhastighetsaksjonene på lette belastninger (Cronin et al., 2002). CrossFit-utøverne utførte 10 minutter generell oppvarming på Keiser ergometersykkel. Som spesifikk oppvarming ble det gjennomført henholdsvis 10-, 6- og 3 repetisjoner med økende belastning, før single repetisjoner ble gjennomført til 1RM var oppnådd. Godkjent repetisjon gjennomført med høyeste motstand ble definert som estimert 1RM. Pause mellom settene var ~3 minutter. Keiser benpress ble utført med sko.

3.8.3 Offisiell testdag

For å finne kraft-, hastighet- og powervariabler under testdagen ble det benyttet en 10-stepsprotokoll innebygd i keisers programvare. 10-stepsprotokollen tar estimert 1RM (fra tilvenningsdagen) og deler den inn i 10 separate repetisjoner. Etter 10 minutter med generell oppvarming på Keiser ergometersykkel, ble det gjennomført to spesifikke oppvarmingsrepetisjoner på henholdsvis 70 % og 90 % innsats. 10-stepsprotokollen startet på ~15 % av estimert 1RM og økte belastningen med faste trinn (20-30 kg) for hver repetisjon til estimert 1RM var nådd på repetisjon 10. Kraft- og hastighetsverdiene på tvers av alle repetisjonene ble tatt for hvert ben fra den gjennomsnittlige utviklingen under konsentrisk fase. Power resultatene fra hver repetisjon var produktet av kraft \times hastighet. De høyeste kraft-, hastighet-, og powervariablene ble definert som F_{maks} , V_{maks} og P_{maks} . Pausen mellom repetisjonene ble progressivt lenger med økende belastning (5-30 sekunder), dette ble kontrollert av samme programvare som styrte 10-stepsprotokollen. CrossFit-utøverne ble motivert verbalt til å utføre alle repetisjonene med så høy hastighet som mulig.



Figur 5: CrossFit-utøver under testing av Keiser Benpress Air420. Bildet til venstre viser standardisering av lårbein (startposisjon). Bildet til høyre viser individuelle forskjeller mellom høyre og venstre bein under test. Bildene er brukt med samtykke fra CrossFit-utøver.

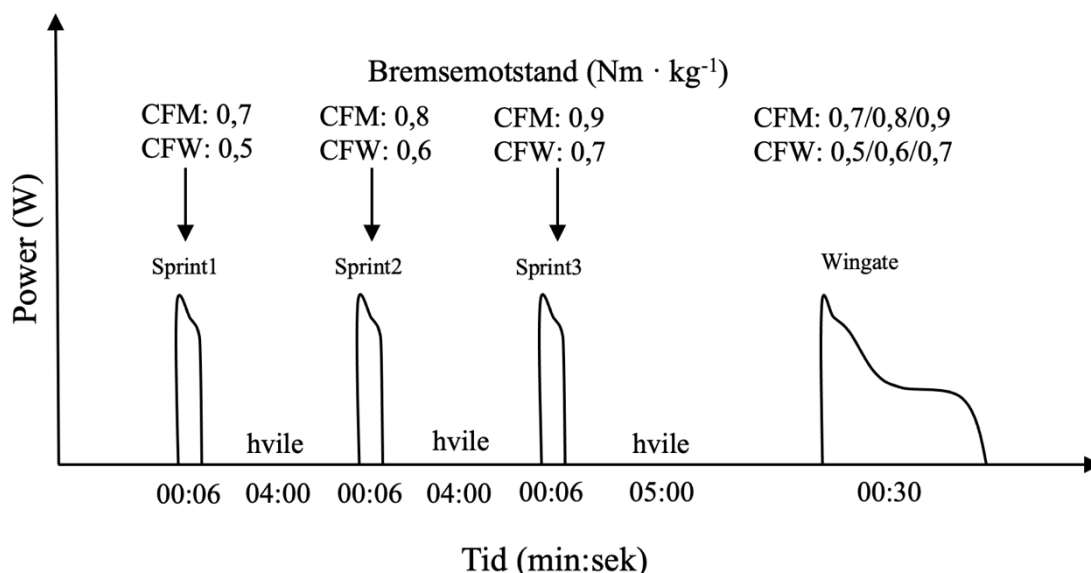
3.9 Måling av anaerob kapasitet: Wingate

3.9.1 Utstyr

Ved CrossFit-utøvernes ankomst på NIH (arbeidsfysiologisk laboratorium) ble vekt registrert iført treningstøy de skulle sykle i, uten sko. Deretter ble ergometersykkelen (Lode Excalibur Sport cycle ergometer) som det testes i kalibrert, og seteposisjon og sykkelstyre ble tilpasset antropometrien til hver enkelt utøver. Å detektere validiteten til Wingate har tidligere vært en utfordring, da det stilles krav til utstyr, bremsemotstand, og varighet (Gastin, 1994). Test-retest reliabilitet har derimot visst seg å være god innad med samme testutstyr ($r = 0,96$), men resultater må tolkes varsomt om man ønsker å sammenlikne kraftvariabler fra Lode Excalibur med for eksempel Monark eller Wattbike (Gastin, 1994; Lunn & Axtell, 2019; Driller et al., 2013).

3.9.2 Protokoll

Før 30-sekunders testen (Wingate) ble det gjennomført 10 minutter generell oppvarming på submaksimal belastning (50-100 watt), i tillegg til tre 6-sekunders sprinter (Figur 6). 6-sekunders sprintene ble gjennomført med tre forskjellige bremsemotstander for å individualisere hvilken bremsemotstand som skulle benyttes under Wingate (CFW: 6s¹: 0,5, 6s²: 0,6, 6s³: 0,7 Nm·kg⁻¹; CFM: 6s¹: 0,7, 6s²: 0,8, 6s³: 0,9 Nm·kg⁻¹). Pausen mellom 6-sekunders sprintene var 4 minutter, etterfulgt av 5 minutter pause etter siste 6-sekunders test før Wingate. Wingate startet med at CrossFit-utøverne tråkket med valgfri tråkkfrekvens (RPM) på 100 watt i 30 sekunder. Etter 27 sekunder telte testleder ned de siste 3 sekundene. Etter 30 sekunder startet CrossFit-utøverne å sykle alt de kunne (flying start) gjennom hele testen (30 sekunder). Lode Excalibur's programvare (Lode Ergometry Manager 9.3.1.0) ble benyttet for å fremstille øyeblikkelige kraftverdier (Peak power og gjennomsnittlig power). Gjennomsnittlig power ble brukt som et mål på den anaerobe kapasiteten. Gjennom testen ble sterk verbal oppmuntring gitt. CrossFit-utøverne ble instruert til å ta i alt de kunne fra start og ikke spare energi til slutten av testen. I tillegg til verbal oppmuntring fikk de jevnlig oppdatering på resterende tid. Wingate ble utført sittende og sykkelsko ble benyttet.



Figur 6: Protokoll for Wingate etter oppvarming. CrossFit-utøverne gjennomførte tre 6-sekunders sprinter med tre forskjellige bremsemotstander for å individualisere bremsemotstanden under Wingate. Forkortelser: CFM, CrossFit menn; CFW, CrossFit kvinner.



Figur 7: CrossFit-utøver under Wingate på Lode Excalibur. Bildet er brukt med tillatelse fra CrossFit-utøver

3.10 Måling av kroppssammensetning: Dual-energy X-ray absorptiometry

3.10.1 Utstyr

Måling av kroppssammensetning ble utført ved hjelp av DXA (GE Lunar iDXA). DXA kalibreres og kvalitetssikres hver morgen for å gi den høyeste målenøyaktigheten. DXA er vist å gi høy presisjon når det kommer til måling av beinmineraltetthet, fettfri masse og fettprosent med en variasjonskoeffisient på <3% om prosedyrene rundt aktivitet og ernæring er godt standardisert pre-testing (Andreoli, Scalzo, Masala, Tarantino & Guglielmi, 2009).

3.10.2 Protokoll

Skanning av CrossFit-utøverne foregikk i tidsrommet 06:00-10:00, etter minimum 12 timers faste. Ved ankomst ble høyde og vekt registrert i kun undertøy. CrossFit-utøverne ble skannet liggende fra hodet til tær, med støttebånd rundt ankler og knær for mest mulig nøytral stilling. Armene ble plassert ut til siden, med håndflaten inn mot hoften og tomlene som det høyeste punktet på den roterte håndflaten. Målingen tok ~7 minutter og gir verdier av total- og regional beinmasse, fettfri masse og fettprosent.

Total- og regional beinmasse, fettfri masse og fettprosent ble kalkulert etter manuell analysering og inndeling av segmenter for å skille mellom hode, torso og under- og overekstrimiteter ved hjelp av GE, Lunar enCORE (software version 18).

Før CrossFit-utøverne ankom DXA-skanningen gjaldt følgende retningslinjer (Vedlegg IV): 1) ikke trene hardt dagen før skanningen, 2) sørg for å være rehydrert dagen før skanning, 3) møt fastende (ikke mat og drikke på 12 timer), de kunne drikke ett glass vann på morgenen, 4) ha på undertøy i bomull (jenter: truse og sports-BH), 5) alle smykker og klokker fjernes og 6) gi beskjed om du har implantater (for eksempel skruer i bein etter brudd).

3.11 Datainnsamling - Alpint

Individuelle resultater fra fysiske tester og måling av kroppssammensetning ble hentet ut av OLTs databaser av landslagets fysiske trenere på herresiden og kvinnesiden (Tabell 6). Resultatene gikk så langt tilbake som 2012, så det var stor variasjon rundt når testene var utført og hvor mange tester hver enkelt utøver har vært gjennom. For å benytte så nye og representative resultater som mulig, ble utøvernes siste test plukket ut for videre sammenlikning. Test-til-test variasjon (variasjonskoeffisient) ble kalkulert fra alpinistenes tre siste tester. Alle testene for AM og AK hadde en variasjonskoeffisient på 2,1-6,0 %. Alpint gjennomfører ikke laktatprofiler, og benytter ikke SJ i sitt testbatteri. Derfor er ikke de inkludert for sammenlikning.

Tabell 5: Oversikt over alpinistenes tester og hvilken periode resultatene ble hentet ut fra.

Tester	Testperiode menn	Testperiode kvinner
$\dot{V}O_{2maks}$	08.08.2019-08.12.2020	30.10.2018-31.10.2019
Wingate	28.07.2020-29.10.2020	23.07.2018-28.10.2020
CMJ	28.07.2020-29.10.2020	22.07.2018-28.10.2020
Keiser benpress	28.07.2020-29.10.2020	12.06.2019-28.10.2020
DXA	17.04.2018-22.01.2021	30.05.2018-29.10.2020
Knebøy	31.07.2018-31.10.2020	24.06.2018-29.10.2020

Forkortelser: $\dot{V}O_{2maks}$, maksimalt oksygenopptak; CMJ, svikthopp; DXA, Dual-energy X-ray absorptiometry.

3.12 Statistikk

Normalfordelte data presenteres som gjennomsnitt \pm standardavvik. Skjevfordelte data presenteres som median (kvartildifferanse). Shapiro-Wilk test ble benyttet for å avgjøre om data var normalfordelt eller ikke. Statistisk signifikant forskjell mellom grupper ble besluttet når $p < 0,05$. Analysering av data og utforming av grafer, tabeller og figurer ble utrettet i programmene Graphpad Prism 9 (Graphpad software, La Jolla California, USA), Microsoft Word 2020 (versjon 16.40) og Microsoft PowerPoint (versjon 16.48). For å finne forskjell mellom CFM-AM og CFW-AK ble det utført uavhengige t-tester av normalfordelte data. Skjevfordelte data ble undersøkt ved hjelp av Mann-Whitney test. En styrkeberegning (priori analyse) for å finne en forskjell mellom CrossFit og Alpint ble beregnet ved hjelp av G*Power (versjon 3.1.9) (se kapittel 5.8.2). Styrken på forskjellen ble forklart med effektstørrelse (ES). ES og styrke ble satt til 0,8 med alfa-nivå (type 1-feil sannsynlighet) på 0,05. For å finne en forskjell ble det beregnet at 26 CrossFit-utøvere og 26 alpinister ville vært nødvendig. ES forklares som følgende: $<0,20$ = triviell ES; $0,20-0,59$ = liten ES; $0,60-1,19$ = moderat ES; $1,2-1,99$ = stor ES; og $>2,00$ = veldig stor ES (Hopkins et al., 2009).

4. Resultat

4.1 Forsøkspersoner

Tabell 7 viser en oversikt over alle utøvere som ble inkludert i analysen mellom CrossFit og Alpint. CFM fikk gjennomført alt av tester, mens hos CFW fikk alle kun gjennomført $\dot{V}O_{2maks}$ og laktatprofil. En CFW fikk ikke gjennomført Keiser benpress da programvaren registrerte feil verdi. Geografisk lokasjon og Covid-19 restriksjoner gjorde at kun 10 av 11 CFW fikk gjennomført CMJ og SJ, mens 9 av 11 fikk gjennomført Wingate og DXA. For AM var en utøver utelatt fra analyseringen av CMJ da utøveren ikke tilfredsstilte kriteriene om resultat fra testperioden 2018-2020. I tillegg ble en utøver ikke inkludert i analyseringen av DXA da han ikke hadde et offisielt resultat tilgjengelig i løpet av perioden for datainnsamling. En AM hadde kun resultater fra $\dot{V}O_{2maks}$ og DXA. I knebøy manglet to resultater fra AM, som en konsekvens av ryggproblemer. Alle AK som samtykket, utenom en i knebøy, var inkludert i sammenlikningen mot CFW.

Tabell 6: Oversikt over antall utøvere som var inkludert i analyseringen av resultatene.

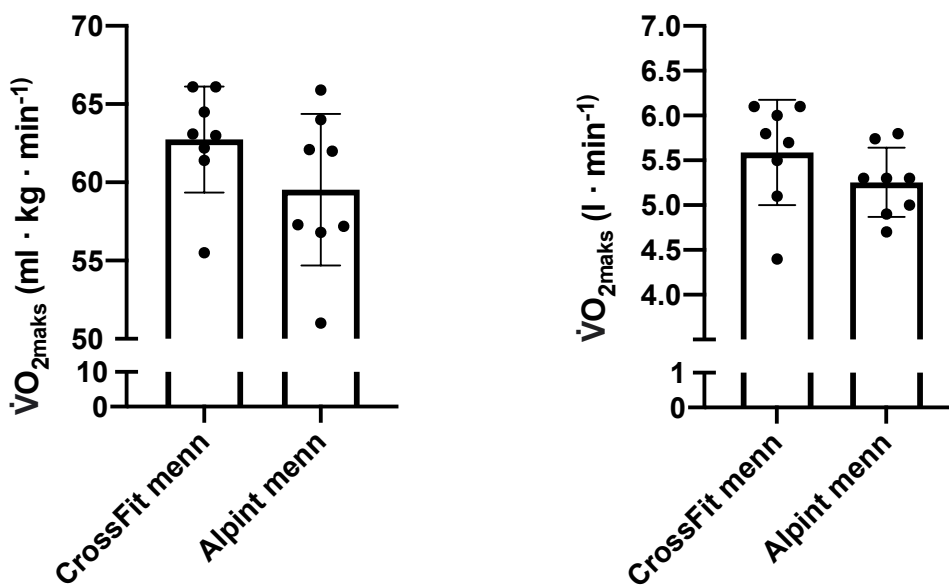
Test	CFM n = 8	CFW n = 11	AM n = 8	AK n = 8
$\dot{V}O_{2maks}$	8/8	11/11	8/8	8/8
Laktatprofil	8/8	11/11	0/8	0/8
Keiser benpress	8/8	10/11	7/8	8/8
Wingate	8/8	9/11	7/8	8/8
CMJ*	8/8	10/11	6/8	8/8
SJ	8/8	10/11	0/8	0/8
DXA	8/8	9/11	7/8	8/8
Knebøy	8/8	11/11	6/8	7/8

*Alpinistene er kun med i analysering for hopp høyde, ikke power output variabler. Forkortelser: CFM, CrossFit menn; CFW, CrossFit kvinner; AM, Alpint menn; AK, Alpint kvinner; $\dot{V}O_{2maks}$, maksimalt oksygenopptak; CMJ, svikthopp; SJ, knebøyhopp; DXA, Dual-energy X-ray absorptiometry.

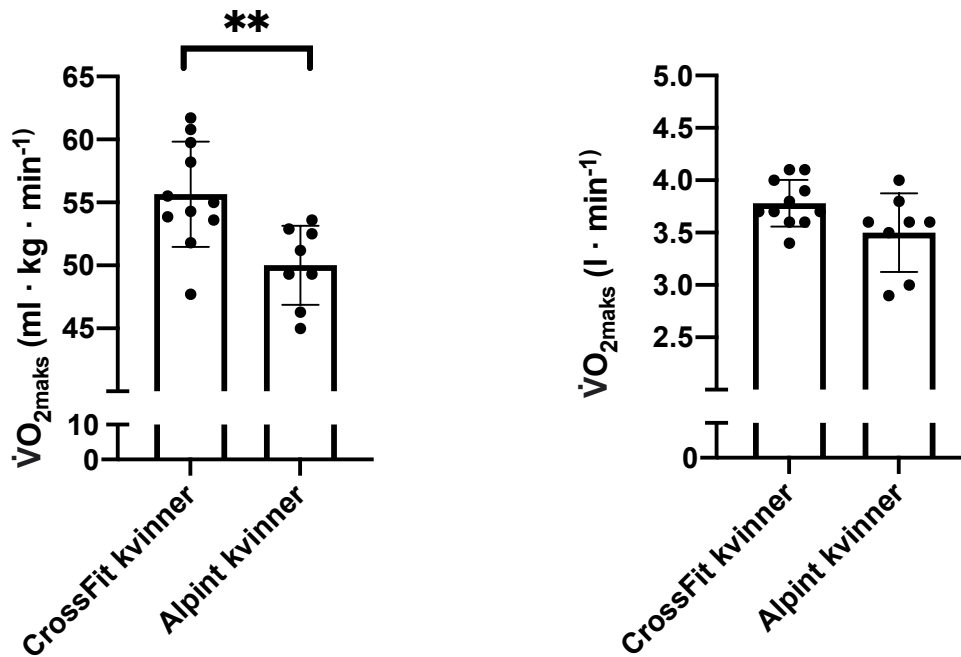
4.2 Maksimalt oksygenopptak

Verdier for $\dot{V}O_{2maks}$ i relative og absolutte verdier for menn er presentert i Figur 8. CFM hadde en $\dot{V}O_{2maks}$ på $62,7 \pm 3,4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ og $5,6 \pm 0,6 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. AM hadde en $\dot{V}O_{2maks}$ på $59,5 \pm 4,8 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ og $5,3 \pm 0,4 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Det var ingen signifikante forskjeller i $\dot{V}O_{2maks}$ mellom CFM og AM i verken relative ($p = 0,148$) eller absolutte verdier ($p = 0,202$).

Verdier for $\dot{V}O_{2maks}$ i relative og absolutte verdier for kvinner er presentert i Figur 9. CFW hadde en $\dot{V}O_{2maks}$ på $55,7 \pm 4,2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ og $3,8 \pm 0,2 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. AK hadde en $\dot{V}O_{2maks}$ på $50,0 \pm 3,1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ og $3,5 \pm 0,5 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Det var en signifikant forskjell mellom CFW og AK i relative verdier ($p = 0,005$). Ingen forskjell ble funnet i absolutte verdier ($p = 0,055$).



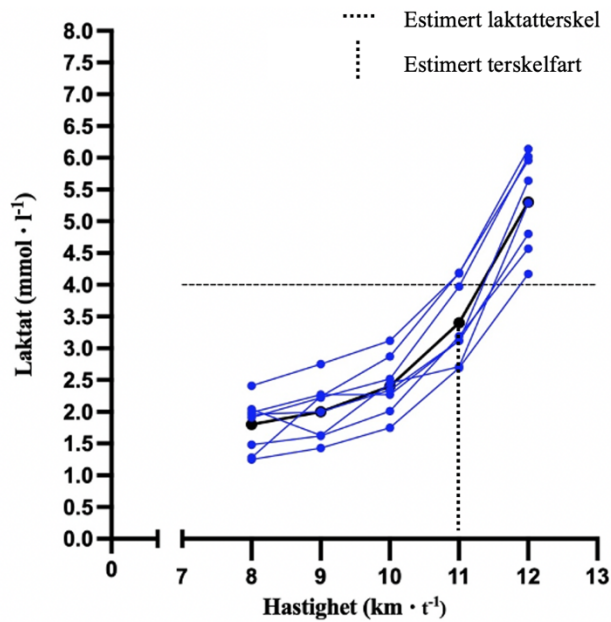
Figur 8: $\dot{V}O_{2maks}$ i relative verdier ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) til venstre og absolutte verdier ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$) til høyre for CrossFit menn og Alpint menn. $\dot{V}O_{2maks}$ er presentert i stolpediagram med gjennomsnitt og standardavvik, i tillegg til individuelle data. Ingen signifikante forskjeller var funnet mellom gruppene.



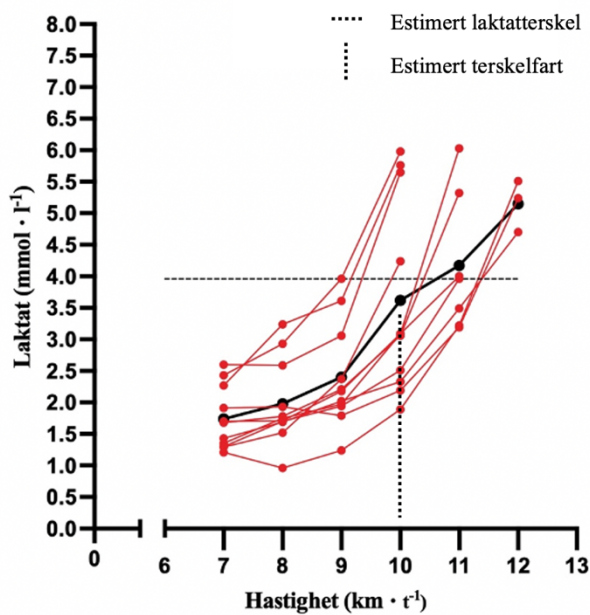
Figur 9: $\dot{V}O_{2maks}$ i relative verdier ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) til venstre og absolutte verdier ($l \cdot min^{-1}$) til høyre for CrossFit kvinner og Alpint kvinner. $\dot{V}O_{2maks}$ er presentert i stolpediagram med gjennomsnitt og standardavvik, i tillegg til individuelle data. **Signifikant høyere $\dot{V}O_{2maks}$ ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) for CrossFit kvinner enn Alpint kvinner ($p = 0,005$).

4.3 Laktatprofil

Individuelle laktatverdier plottet mot hastighet for CFM og CFW er presentert i henholdsvis Figur 10 og Figur 11. Estimert laktatterskel oppsto på $4,0 \text{ mmol} \cdot l^{-1}$ for CFM og $3,96 \text{ mmol} \cdot l^{-1}$ for CFW. Dette resulterte i en estimert terskelfart på $11 \text{ km} \cdot t^{-1}$ for CFM og $10 \text{ km} \cdot t^{-1}$ for CFW. Samtlige CFM fullførte $12 \text{ km} \cdot t^{-1}$, men var da passert individuell estimert laktatterskel. Hos CFW var spredningen større. Samtlige CFW fullførte $10 \text{ km} \cdot t^{-1}$, syv CFW fullførte $11 \text{ km} \cdot t^{-1}$, mens kun tre CFW fullførte $12 \text{ km} \cdot t^{-1}$ før de oversteg individuell estimert laktatterskel.



Figur 10: Laktatprofil for CrossFit menn. Individuelle laktatverdier ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), sammen med gjennomsnitt (svart, uthevet) er presentert for hver hastighet. Løp ble gjennomført på 5,3 % stigning.



Figur 11: Laktatprofil for CrossFit kvinner. Individuelle laktatverdier ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), sammen med gjennomsnitt (svart, uthevet) er presentert for hver hastighet. Løp ble gjennomført på 5,3 % stigning.

4.4 Spenst, vertikal power & knebøy

Det var ingen signifikante forskjeller mellom CFM og AM i hopp høyde i CMJ ($p > 0,05$) (Tabell 8). Det samme gjaldt mellom CFW og AK i hopp høyde i CMJ; ingen signifikante forskjeller ($p > 0,05$) (Tabell 8). SJ resultater er kun presentert for CFM og CFW uten sammenlikning (Tabell 9). Power variabler i CMJ og SJ er kun presentert for CFM og CFW, uten forskjell mellom grupper siden alpinistene ikke hadde power-variabler tilgjengelig eller inkluderer SJ i sitt testbatteri (Tabell 10). Det var ingen signifikant forskjell i knebøy mellom CrossFit og Alpint i 1RM eller relative verdier ($1RM \cdot kg^{-1}$) ($p < 0,05$).

Tabell 7: Hopp høyde for svikthopp for CrossFit menn, CrossFit kvinner, Alpint menn og Alpint kvinner. Hopp høyde er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.

	Variabel	CrossFit	Alpint	Forskjell (p-verdi)
CMJ	Hopp høyde menn (cm)	50,2 \pm 2,5	50,4 \pm 5,7	0,571
	Hopp høyde kvinner (cm)	39,6 \pm 4,7	36,54 \pm 4,2	0,174

Forkortelser: CMJ, svikthopp

Tabell 8: Variabler for knebøyhopp for CrossFit menn og CrossFit kvinner. Hopp høyde er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.

Variabel	CFM	CFW
SJ hopp høyde (cm)	42,0 \pm 3,4	39,3 \pm 3,6

Forkortelser: CFM, CrossFit menn; CFW, CrossFit kvinner; SJ, knebøyhopp

Tabell 9: Variabler for vertikal power for CrossFit menn og CrossFit kvinner. Data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.

	Variabel	CFM	CFW
CMJ	Peak power (W)	5413 \pm 483	3520 \pm 546
	Relativ peak power ($W \cdot kg^{-1}$)	61,1 \pm 3,3	52,9 \pm 5,4
	Gjennomsnittlig power (W)	1614 \pm 115	1054 \pm 86
	Relativ gjennomsnittlig power ($W \cdot kg^{-1}$)	18,2 \pm 0,8	15,4 \pm 1,1
SJ	Peak power (W)	5223 \pm 616	3745 \pm 454
	Relativ peak power ($W \cdot kg^{-1}$)	59,1 \pm 6,0	54,6 \pm 4,5
	Gjennomsnittlig power (W)	2100 \pm 310	1725 \pm 234
	Relativ gjennomsnittlig power ($W \cdot kg^{-1}$)	23,8 \pm 3,9	24,9 \pm 2,3

Forkortelser: CFM, CrossFit menn; CFW, CrossFit kvinner; CMJ, svikthopp; SJ, knebøyhopp; 1RM, 1 repetisjon maksimum

Tabell 10: Absolutte og relative verdier i knebøy for CrossFit menn og Alpint menn. Data er presentert som median (kvartildifferanse).

Variabel	CFM	AM	Forskjell (p-verdi)
1RM Knebøy (kg)	188,0 (28,2)	170 (15)	0,139
Relativ Knebøy (1RM·kg ⁻¹)	2,15 (0,30)	2,05 (0,20)	0,687

Forkortelser: CFM, CrossFit menn; AM, Alpint menn; 1RM, 1 repetisjon maksimum

Tabell 11: Absolutte og relative verdier i knebøy for CrossFit kvinner og Alpint kvinner. Data er presentert som median (kvartildifferanse).

Variabel	CFW	AK	Forskjell (p-verdi)
1RM Knebøy (kg)	135,0 (10,5)	130 (5)	0,807
Relativ Knebøy (1RM·kg ⁻¹)	1,9 (0,2)	1,9 (0,2)	0,424

Forkortelser: CFW, CrossFit kvinner; AK, Alpint kvinner; 1RM, 1 repetisjon maksimum

4.5 Keiser benpress

Variabler i Keiser benpress for menn er presentert i Tabell 13, og variabler for kvinner er presentert i Tabell 14. Signifikant forskjell ($p < 0,05$) ble funnet mellom CFM og AM i V_{maks} venstre ($m \cdot s^{-1}$), P_{maks} begge bein (W) og P_{maks} høyre (W). I P_{maks} venstre (W) og relativ P_{maks} begge bein ($W \cdot kg^{-1}$) ble det funnet en signifikant større forskjell mellom CFM og AM ($p < 0,01$). Mellom CFW og AK ble det funnet en signifikant forskjell ($p < 0,05$) i F_{maks} begge bein (N), F_{maks} venstre (N) og P_{maks} høyre (W). En større signifikant forskjell ($p < 0,01$) ble funnet i F_{maks} høyre (N), P_{maks} begge bein (W) og P_{maks} venstre (W).

Tabell 12: Forskjell mellom CrossFit og Alpint for menn i diverse styrke og power variabler i Keiser benpress. Data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.

	Variabel	CFM	AM	Forskjell (p-verdi)
F_{maks}	begge bein (N)	3398 \pm 427	3905 \pm 662	0,097
	venstre (N)	1737 \pm 228	1960 \pm 336	0,153
	høyre (N)	1661 \pm 207	1946 \pm 328	0,062
V_{maks}	venstre (m·s ⁻¹)	2,6 \pm 0,2	2,4 \pm 0,2	0,012*
	høyre (m·s ⁻¹)	2,6 \pm 0,2	2,5 \pm 0,2	0,104
P_{maks}	begge bein (W)	3019 \pm 388	2443 \pm 351	0,010*
	venstre (W)	1506 \pm 190	1209 \pm 173	0,008**
	høyre (W)	1513 \pm 202	1234 \pm 181	0,015*
	Relativ P _{maks} begge bein (W·kg ⁻¹)	34,1 \pm 2,9	27,8 \pm 4,0	0,004**
	Relativ F _{maks} begge bein (N·kg ⁻¹)	38,4 \pm 3,2	44,4 \pm 7,2	0,051

*Signifikant forskjell ($p < 0,05$). **Signifikant forskjell ($p < 0,01$). Forkortelser: CFM, CrossFit menn; AM, Alpint menn; F_{maks}, maksimal kraft i newton; V_{maks}, maksimal hastighet i meter per sekund; P_{maks}, maksimal power i watt.

Tabell 13: Forskjell mellom CrossFit og Alpint for kvinner i diverse styrke og power variabler i Keiser benpress. Data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.

	Variabel	CFW	AK	Forskjell (p-verdi)
F_{maks}	begge bein (N)	2288 \pm 706	2713 \pm 416	0,038*
	venstre (N)	1142 \pm 79	1359 \pm 240	0,016*
	høyre (N)	1146 \pm 83	1354 \pm 181	0,005*
V_{maks}	venstre (m·s ⁻¹)	2,2 \pm 0,1	2,3 \pm 0,3	0,459
	høyre (m·s ⁻¹)	2,3 \pm 0,1	2,3 \pm 0,3	0,239
P_{maks}	begge bein (W)	1923 \pm 237	1622 \pm 192	0,009**
	venstre (W)	963 \pm 130	802 \pm 92	0,009**
	høyre (W)	960 \pm 107	821 \pm 100	0,013*
	Relativ P _{maks} begge bein (W·kg ⁻¹)	25,6 \pm 8,8	22,8 \pm 3,0	0,413
	Relativ F _{maks} begge bein (N·kg ⁻¹)	30,5 \pm 10,4	38,2 \pm 6,7	0,085

*Signifikant forskjell ($p < 0,05$). **Signifikant forskjell ($p < 0,01$). Forkortelser: CFW, CrossFit kvinner; AK, Alpint kvinner; F_{maks}, maksimal kraft i newton; V_{maks}, maksimal hastighet i meter per sekund; P_{maks}, maksimal power i watt.

4.6 Wingate

CFM hadde en signifikant høyere gjennomsnittlig power (W) og relativ gjennomsnittlig power (W·kg⁻¹) på 30 sekunder enn AM ($p < 0,05$) (Tabell 15). Det samme gjaldt i gjennomsnittlig power (W) og relativ gjennomsnittlig power (W·kg⁻¹) for CFW over AK, men det var signifikant større forskjell ($p < 0,01$) (Tabell 16).

Tabell 14: Forskjell mellom CrossFit og Alpint i Wingate for menn. Data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.

Variabel	CFM	AM	Forskjell (p-verdi)
Peak power (W)	1497 \pm 170	1398 \pm 181	0,296
Relativ peak power (W·kg ⁻¹)	16,8 \pm 1,3	15,8 \pm 1,5	0,234
Gjennomsnittlig power (W)	968 \pm 90	837 \pm 103	0,021*
Relativ gjennomsnittlig power (W·kg ⁻¹)	10,8 \pm 0,8	9,5 \pm 1,2	0,018*

*Signifikant høyere gjennomsnittlig power (W) og relativ gjennomsnittlig power (W·kg⁻¹) for CrossFit menn enn Alpint menn ($p < 0,05$). Forkortelser: CFM, CrossFit menn; AM, Alpint menn.

Tabell 15: Forskjell mellom CrossFit og Alpint i Wingate for kvinner. Data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik. Peak Power (W) er presentert som median (kvartildifferanse).

Variabel	CFW	AK	Forskjell (p-verdi)
Peak power (W)	944 (181)	997 (246)	0,167
Relativ peak power (W·kg ⁻¹)	13,6 \pm 1,5	14,9 \pm 1,4	0,088
Gjennomsnittlig power (W)	644 \pm 51	570 \pm 48	0,008**
Relativ gjennomsnittlig power (W·kg ⁻¹)	9,5 \pm 0,6	8,2 \pm 0,7	0,002**

**Signifikant høyere gjennomsnittlig power (W) og relativ gjennomsnittlig power (W·kg⁻¹) for CrossFit kvinner enn Alpint kvinner ($p < 0,01$). Forkortelser: CFW, CrossFit kvinner; AK, Alpint kvinner.

4.7 Dual-energy X-ray absorptiometry

Kroppssammensetning er presentert i Tabell 17 for menn og Tabell 18 for kvinner. CFM hadde en signifikant lavere ($p < 0,05$) fettprosent (fett %) og fettmasse enn AM. Det samme gjaldt for CFW over AK, men forskjellen var signifikant større ($p < 0,01$).

Tabell 16: Forskjell i kroppssammensetning i DXA for menn. Data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.

Variabel	CFM	AM	Forskjell (p-verdi)
Fett %	11,8 \pm 2,4	16,0 \pm 4,8	0,048*
Fettfri masse	79,3 \pm 7,5	78,4 \pm 4,0	0,790
BMC	3971 \pm 533	3930 \pm 239	0,852
Fettmasse	10,0 \pm 1,8	14,5 \pm 4,8	0,026*

*Signifikant forskjell ($p < 0,05$) mellom CrossFit og Alpint. Forkortelser: CFM, CrossFit menn; AM, Alpint menn; Fett %, fettprosent; BMC, bein mineralinnhold.

Tabell 17: Forskjell i kroppssammensetning i DXA for kvinner. Data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.

Variabel	CFW	AK	Forskjell (p-verdi)
Fett %	15,5 \pm 2,3	23,5 \pm 4,4	0,000**
Fettfri Masse	58,0 \pm 3,4	55,6 \pm 3,3	0,170
BMC	2953 \pm 264	2923 \pm 207	0,803
Fettmasse	10,2 \pm 2,2	16,3 \pm 4,5	0,001**

**Signifikant forskjell ($p < 0,01$) mellom CrossFit og Alpint. Forkortelser: CFW, CrossFit kvinner; AK, Alpint kvinner; Fett %, fettprosent; BMC, bein mineralinnhold.

5. Diskusjon

5.1 Hovedfunn

Formålet med denne studien var å kartlegge den fysiske kapasiteten til noen av de beste CrossFit-utøverne i Norge og verden, både menn og kvinner. I tillegg ble resultatene sammenliknet mot alpinister fra det norske Alpinlandslaget.

Hovedfunnene i denne studien var I) Noen av de beste CrossFit-utøverne i Norge og verden innehar en fysisk kapasitet bestående av høy $\dot{V}O_{2maks}$, anaerob kapasitet, samt maksimal styrke og power i underekstremitetene som ikke er sett tidligere i litteraturen om CrossFit-utøvere. II) Det ble observert signifikant høyere aerob kapasitet hos CFW enn AK, og en trend til høyere aerob kapasitet hos CFM enn AM. CrossFit-utøverne hadde høyere anaerob kapasitet, lavere fett % og fettmasse sammenliknet med alpinistene. AK produserte signifikant mer kraft enn CFW i Keiser benpress, med en trend til det samme hos AM over CFM. Power i Keiser benpress var derimot høyere hos både menn og kvinner i CrossFit enn Alpint.

5.2 Maksimalt oksygenopptak

$\dot{V}O_{2maks}$ viste ingen signifikant forskjell mellom CFM og AM i relative verdier eller absolutte verdier. Individuelle verdier viste derimot at CFM er jevnere på høyere verdier enn AM. CFW hadde signifikant høyere $\dot{V}O_{2maks}$ enn AK i relative verdier, mens ingen signifikant forskjell ble funnet i absolutte verdier. Selv om tidligere studier har forsøkt å belyse, til og med poengtert, viktigheten av $\dot{V}O_{2maks}$ for prestasjon i CrossFit, har ingen studier demonstrert like høye relative verdier som i denne studien, for verken menn eller kvinner (Tabell 19). (Bellar et al., 2015; Butcher et al., 2015; Dexheimer et al., 2019; Martinez-Gómez et al., 2020). Butcher et al. (2015) som publiserte spredningen av sine resultater viste til en relativ verdi ($64,7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) hos menn som er på nivå med CFM og AM i denne studien. Men med lavere gjennomsnitt på totalt 14 forsøkspersoner fra begge kjønn, kan det tenkes at resultatet kom fra en uteligger basert på stor spredning og et gjennomsnitt nærmere den laveste verdien. Vi vet heller ikke hvordan denne forsøkspersonen presterer i CrossFit hvor andre egenskaper også er viktig.

Såpass like resultater mellom CrossFit og Alpint, spesielt i absolutte verdier, kan tenkes kommer av utøvernes intensive trening. På lik linje med CrossFit-utøvere har alpinister et høyt volum og et tøft treningsregime med fokus på blant annet aerob kapasitet (Gilgien et al., 2018). Den høye aerobe kapasiteten til alpinistene er tidligere foreslått som en konsekvens av treningsprogrammet, og ikke som en konsekvens av de fysiske kravene i konkurranser (Andersen & Montgomery, 1988). $\dot{V}O_{2maks}$ fra de norske landslagsalpinistene er lik det tidligere studier har rapportert fra alpinister med medaljer og erfaring fra verdensmesterskap (menn, 55-70 ml·kg⁻¹·min⁻¹; kvinner, 52-57 ml·kg⁻¹·min⁻¹) (Neumayr et al., 2003; Haymes & Dickinson, 1980; Gross et al., 2009; Andersen & Montgomery, 1988).

Forskjellen i relativ verdi mellom CFW og AK kan forklares av forskjellen i kroppssammensetning. AK hadde betydelig høyere fett % og fettmasse enn CFW. Forskjellen i $\dot{V}O_{2maks}$ mellom menn og kvinner i denne studien lå innen normale forskjeller; 12 % mellom CFM og CFW, og 18 % mellom AM og AK (Sandbakk et al., 2018). Forskjellen mellom menn og kvinner skyldes primært kroppsstørrelse (mindre muskelmasse hos kvinner) i absolutte verdier, og høyere fett %, samt lavere hemoglobin konsentrasjon i kvinner enn menn i relative verdier (Sandbakk et al., 2018; Haugen et al., 2018). Lavere hemoglobinkonsentrasjon reduserer oksygentransportkapasiteten i blodet (Sandbakk et al., 2018).

Vekt og $\dot{V}O_{2maks}$ har en negativ sammenheng i relative verdier og en positiv sammenheng i absolutte verdier. Derfor er det slik at i idretter hvor utøvere er større, uttrykkes $\dot{V}O_{2maks}$ i l·min⁻¹ (Haugen et al., 2018). Siden $\dot{V}O_{2maks}$ ofte undertrykker den aerobe kapasiteten til tyngre, selv godt trente utøvere, kan CrossFit og Alpint derfor vektlegges på l·min⁻¹ basert på deres størrelse (Buresh & Berg, 2002). I absolutte verdier viser CFM og AM til resultater som tidligere er blitt presentert for roere med medaljer i de olympiske leker og i verdensmesterskap (Klusiewicz et al., 2014). Verdt og merke seg er tre CFW som lå >60 ml·kg⁻¹·min⁻¹, med en absolutt verdi på >4 l·min⁻¹. En l·min⁻¹ verdi som er på høyde med hva som tidligere er rapportert fra de beste utøverne i verden iblant annet roing og langrenn (Haugen et al., 2018).

Effekten av trening med høy intensitet på $\dot{V}O_{2maks}$, er vel etablert (Helgerud et al., 2007; Gormley et al., 2008). Selv om litteraturen rundt treningen til CrossFit og Alpint er mangelfull, fant Smith et al. (2013) en økning i både relativ og absolutt $\dot{V}O_{2maks}$ etter en periode på 10 uker med CrossFit-trening. Selv med minimalt fokus på tradisjonell utholdenhetstrening som løping og sykling. Basert på erfaring benyttes det klassiske intervaller for å øke den aerobe kapasiteten i CrossFit. Intervalltrening som 4 × 4 (4 minutter arbeid på >90 % av maksimal hjertefrekvens, etterfulgt av 2-3 minutter aktiv pause) og 30/15 (30 sekunder arbeid på >90 % av maksimal hjertefrekvens, etterfulgt av 15 sekunder aktiv pause) er regelmessig benyttet i treningshverdagen for å øke den aerobe kapasiteten til CrossFit-utøvere. Samspillet mellom intensitet og akkumulert arbeidstid er viktig for sentrale og perifere adaptasjoner knyttet til $\dot{V}O_{2maks}$ (Seiler et al., 2013). For CrossFit-utøvere med typisk stor variasjon i øvelsesutvalg, varieres det ofte mellom løping, ro-ergometer, sykkel-ergometer, ski-ergometer og kroppsvektøvelser. Det er viktig at øvelsene ikke blir for kompliserte eller belastningen for tung, så utførelsen ikke går utover intensiteten, når målet er å øke den aerobe kapasiteten.

Tabell 18: Oversikt over $\dot{V}O_{2maks}$ i $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ for menn i CrossFit-relevante studier.

Studie	Resultat
Bellar et al (2015), erfarne	52,5 ± 4,6
Bellar et al (2015), uerfarne	52,0 ± 4,3
Butcher et al (2015)	54,7 ± 5,6 (46,3-64,7)*
Dexheimer et al (2019)	50,6 ± 5,8
Martinez-Gómez et al., (2020)	55,1 ± 5,0

*Spredning fra laveste til høyeste verdi. Verdiene er presentert som gjennomsnitt ± standardavvik

5.3 Laktatprofil

Formålet med laktatprofil var å kartlegge CrossFit-utøvernes utholdenhet i løping. Blodlaktatresponsen ble målt til gradvis økende hastighet, og estimert terskelhastighet (LT_H) var $10 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$ for CFW og $11 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$ for CFM. LT_H til CrossFit-utøverne tilsvarte 81 % og 79 % av $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ for henholdsvis CFW og CFM. Dette stemmer overens med tanke på hvor LT_H pleier å oppstå (70-90 % av $\dot{V}O_{2\text{maks}}$), uavhengig av treningsstatus (Jones & Vanhatalo, 2017). Det er derimot forventet at elite-utøvere i utholdenhetsidretter (løping og sykling) har høyere terskelfart enn moderat trente og utrente (Støren et al., 2014). CrossFit-utøverne er godt trent, men det er ikke å forvente at de skal ligge i nærheten når det kommer til utholdenhet mot utøvere som driver systematisk med løping.

Det er verdt å merke seg de store individuelle forskjellene, spesielt for CFW allerede på lave belastninger. De tre utøverne fra CFW som fullførte $12 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$, var også de med høyest $\dot{V}O_{2\text{maks}}$. Ikke overaskende, da LT_H er primært avhengig av $\dot{V}O_{2\text{maks}}$, i tillegg til arbeidsøkonomi (Støa et al., 2020; Yoshida et al., 1987). Dette kan også være en forklaring på hvorfor CFM lå mer samlet enn CFW gjennom laktatprofilen, da spredningen i $\dot{V}O_{2\text{max}}$ er mindre hos CFM.

Etter min forståelse, har få studier undersøkt utholdenheten til CrossFit-utøvere på løping. Butcher et al. (2015) har tidligere sett på anaerob terskel hos CrossFit-utøvere ved bruk av ikke-invasive metoder (Simon et al., 1983). De publiserte dessverre kun oksygenopptaket til deltakerne ved anaerob terskel, uten å oppgi for eksempel LT_H . Dette gjør det vanskelig å sammenlikne resultatene. Dexheimer et al. (2019) gjennomførte derimot Critical speed i sin studie. Critical speed anses å være beslektet LT_H , selv om de ikke skal brukes om hverandre da Critical speed angis på en høyere intensitet (Jones & Vanhatalo, 2017; Smith & Jones, 2001; Dekerle et al., 2003). CrossFit-utøverne hos Dexheimer et al. (2019) hadde en Critical speed på $3,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($13 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$) for menn og $3,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($11,9 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$) for kvinnene, men som nevnt tidligere var ikke CrossFit-utøverne i denne studien på elite-nivå.

Når utøvere testes isolert i laktatprofil, er det ikke overaskende at ikke-elite-utøvere er på likt nivå eller bedre enn elite-utøvere i CrossFit. Dette sees også tidlig i CrossFit-konkurranser (CrossFit Open) før de beste skal identifiseres, hvor utøvere med god utholdenhet, men mangel på andre kvaliteter (styrke og turn), leverer gode resultater (personlig erfaring). Sett tilbake skulle CrossFit-utøverne i denne studien gjennomført en functional threshold power test for utholdenhet i roing eller sykling. Functional threshold power defineres som den høyeste effektutviklingen (W) man kan opprettholde i omtrent 60 minutter (Borszcz et al., 2018). Utholdenhet i roing eller sykling vil være mer interessant enn løping fordi dette er mer familiære bevegelser, som har et større fokus i CrossFit. Derfor kunne CrossFit mot roing eller sykling vært mer sammenliknbart enn CrossFit og løping. Å sammenlikne CrossFit-utøverne mot elite-utøvere i løping er nødvendigvis ikke rettferdig da dette baserer seg på kroppsstørrelse og morfologisk optimalisering (antropometriske dimensjoner, kroppsfasong og proporsjonalitet) som varierer fra sport til sport (Norton et al., 1996; O'Connor et al., 2007). I utholdenhetsidretter (f.eks. maraton) må kroppsmassen fakes over en gitt distanse, og lav kroppsmasse samt vekst er avgjørende for prestasjonen (O'Connor & Slater, 2018; O'Connor et al., 2011). CFM er både høyere og >20 kg tyngre enn hva som kjennetegner gode utholdenhetsutøvere (~60 kg) (Jones et al., 2020; O'Connor et al., 2007).

5.4 Spenst, vertikal power & knebøy

Det var ingen forskjell i CMJ hopp høyde (cm) mellom CrossFit og Alpint (begge kjønn). Begge utøver-gruppene må anses å ha god spenst, sammenliknet med andre idretter (Haugen et al., 2020). God spenst hos både CrossFit og Alpint er sannsynligvis sterkt relatert til stor maksimal styrke i knebøy (Nuzzo et al., 2008). Som nevnt tidligere utfører ikke alpinistene SJ. De hadde heller ikke power-variabler tilgjengelig for analysering. Selv om power-variabler ikke var tilgjengelig, vil noen argumentere for at peak power (W) er en viktig fysiologisk variabel for høy hopp høyde (Cormie et al., 2009), mens andre derimot argumenterer for at power i underekstremiteter ikke er en god indikator for høy hopp høyde basert på individuell takoff-distanse og optimal belastning (for tungt eller for lett = sub-optimal power) (Morin et al., 2019).

Derfor vil det være usikkert å konkludere om alpinistene også utvikler høy power i CMJ, uten resultatene. Utøvere kan også ha forskjellig kraft-, power- og hastighetskurver med lik hopp høyde (Harman et al., 1991).

To tidligere studier har undersøkt CMJ hos CrossFit-utøvere (Martínez-Gómez et al., 2020; de Sousa et al., 2016). Martínez-Gómez et al. (2020) undersøkte i tillegg SJ. Ingen av disse studiene viste til verdier like høyt som CrossFit-utøverne og alpinistene i denne studien. Både Martínez-Gómez et al. (2020) og de Sousa et al. (2016) sine utøvere hoppet ~40 cm i CMJ. Mens utøverne til Martínez-Gómez et al. (2020) lå i underkant av ~40 i SJ.

Det er verdt å nevne at HUR labs bærbare kraftplattform ble benyttet under testing av CrossFit-utøverne, mens på OLT hoppet alpinistene på en «high-end» gulvmontert AMTI kraftplattform. Upubliserte data fra NIH og OLT tilsier at forskjellen er 5-10 %, hvor HUR viser høyere verdier. Dette gjør at man må tolke sammenlikningen mellom CrossFit og Alpint med forsiktighet. Uansett, om man reduserer hopp høyden til CrossFit-utøverne med 5-10 % vil ikke det nødvendigvis utgi store praktiske forskjeller i denne studien. I praksis vil denne justeringen (5-10 %) i hopp høyde i CMJ bety 45,2-47,7 cm for CFM og ikke 50,2, mens for CFW vil det bety 35,6-37,6 cm og ikke 39,6 cm.

Forskjell i hopp høyde mellom CMJ og SJ lå på ~8 cm for CFM, mens CFW hoppet like høyt i begge hoppene. I CMJ og SJ er evnen til å utvikle stor kraft viktig, men hoppmetodene stiller krav til forskjellige muskulære evner. Noen årsaker til høyere hopp høyde i CMJ enn SJ blir listet opp av Bobbert et al. (1996): kontroll i form av koordinering i SJ, muskulaturens pre-aktivering i svikt under CMJ, lagring og utnyttelse av elastisk energi i CMJ (strekk-forkortningsyklus effekt), refleksaktivitet under CMJ til å generere større kraft enn hva som oppnås under SJ, og pre-strekk av muskulatur i svikt under CMJ. Spesielt pre-aktivering i svikt virker å være en viktig faktor for høyere hopp høyde i CMJ enn SJ (McBride et al, 2008; Tomalka et al., 2021; Bosco et al., 1981).

Pre-aktivering under svikt (eksentrisk fase) får muskulaturen til å utføre et større konsentrisk arbeid ved at muskulaturen allerede er aktivert i overgang fra eksentrisk til konsentrisk fase som igjen fører til høyere hopphøyde (McBride et al., 2008; Bosco et al., 1981). Forskjellen i hopphøyde mellom CMJ og SJ for CFM og ikke CFW, kan forklares av forskjellen i fjærstivheten i muskel-senesystemet (Edwen et al., 2014).

Det ble ikke funnet noe forskjell i knebøy mellom CrossFit og Alpint. Ser vi på resultatene fra Keiser benpress, som vil bli diskutert i neste kapittel, utvikler alpinistene mer kraft i underekstremitetene. I knebøy er det derimot flere faktorer som er med å påvirke 1RM i motsetning til en isolert benpress øvelse, som blant annet ekstensjonsmomenter i kneledd og hoftledd, leddvinkler i kne og hofte, antropometri, nevralt aktivering og psykologiske faktorer (Raastad et al., 2010). Det er tidligere rapportert at elite-vektløftere kan løfte opp mot 130 % av deres støt i knebøy (Lucero et al., 2019). Dette finner vi også i utvalget i denne studien (CrossFit) basert på deres rapporterte 1RM i støt og knebøy (1RM støt er ikke publisert i denne studien). Lucero et al. (2019) konkluderer at knebøy korrelerer sterkt med vektløfterprestasjon. At CrossFit-utøvere har høy 1RM i knebøy er relevant for konkurranser det testes maksimal styrke i, i tillegg blir den relative belastningen på submaksimale vekter lavere.

5.5 Keiser benpress

Maksimalt estimert kraft (F_{maks}) fra begge bein var signifikant høyere for AK sammenliknet med CFW. Det var også en trend, men ikke signifikant forskjell, at AM utviklet mer kraft enn CFM basert på gjennomsnittet. Dette tatt i betraktning at spredningen for både AM og CFM var relativt stor. Det skal likevel nevnes at CrossFit og Alpint utfører Keiser benpress på forskjellige apparater, forskjellige steder (NIH og OLT), selv om det er samme modell (Air 420). Interne analyser har derimot vist at resultatene er innenfor en 5 % margin. At alpinistene utviklet mer kraft enn CrossFit-utøverne kan tenkes kommer av kravet til å håndtere større krefter enn hva CrossFit-utøvere må håndtere. Høye belastninger og støt som oppstår under svinger og landinger i renn for alpinister stiller store krav til konsentrisk-, eksentrisk- og isometrisk styrke (Patterson & Raschner, 2015). Det er tidligere dokumentert at alpinister må stå imot en reaksjonskraft mot bakken på $>3 \times$ kroppsvekt (Gilgien et al., 2014; Reid et al., 2018).

I motsetning til alpinister som har spesielt fokus på eksentrisk styrke under renn med mer brutale og uforutsigbare handlinger, kan man si at CrossFit-utøverne også har et krav til styrke i underekstremitetene, men ikke på samme måte som alpinister. CrossFit-utøvere gjennomfører regelmessig knebøy-bevegelser med submaksimal belastning i trening og konkurranse, men en stor andel av dette skjer i mer kontrollerte og standardiserte former for bevegelse. Dette resulterer i at kreftene mot kroppen ofte ikke er større enn den eksterne belastningen som er pålagt vektstangen. Som diskutert tidligere (kapittel 5.4) var det likevel ingen forskjell mellom CrossFit og Alpint i knebøy. CrossFit-utøvere må også være i stand til å løfte 1RM, eller nært maksimalt, med tretthet (nødvendigvis ikke et mål på maksimal styrke) (Mangine et al., 2020). Samtidig ser man stadig nye personlige rekorder i 1RM i styrkeløft og vektløfting i CrossFit konkurranser hvor utøvere mest sannsynlig har en form for sentral eller perifer tretthet, basert på allerede utført arbeid før løftingen tidligere i konkurransen.

Power-variablene (P_{maks}) var signifikant høyere hos CrossFit enn Alpint for begge kjønn. En forklaring på CrossFit's høyere power kan være regelmessig implementering av olympisk vektløfting. Olympisk vektløfting har som kjent god sammenhengen med utvikling av power (Suchomel et al., 2015). Olympisk vektløfting er likevel ikke ukjent for alpinister i perioder de ønsker å utvikle power (Hydren et al., 2013). Alpinistenes krav til eksentriske og konsentriske kontraksjoner på relativt trege hastigheter kan likevel spille inn på effekten av powertreningen om det ikke er nok kontinuitet. I tillegg må nytteverdien av økt power vurderes i så komplekse idretter som CrossFit og Alpint.

Sammenliknet med tidligere studier som har undersøkt kraft (N) og power (W), viser denne studien gode resultater sammenliknet med elite-utøvere. Lindberg et al. (2021) samlet inn data fra 100 idrettsutøvere fra seks regionale test- og treningssentre tilhørende OLT. 27 av disse (menn) fra håndball og ishockey var med i analyseringen. Resultatene viser relativt like verdier for P_{maks} , men høyere F_{maks} verdier for CFM og AM i denne studien (ikke benyttet statistiske tester for forskjell). Dette støttes av upubliserte data fra OLT som viser at alpinistene er blant de sterkeste utøverne på OLT (med blant annet vektløftere, styrkeløftere og friidrettsutøvere). Det er likevel en overaskende stor forskjell i F_{maks} mellom CrossFit og Alpint, spesielt når man tar knebøy resultatene i betraktning hvor det var ingen forskjell.

En mulig metodisk forklaring på dette kan være seteposisjon; hvordan startposisjon (loddrett lårbein) standardiseres under testing. Små forskjeller i startposisjon kan gi store utslag på spesielt kraft (N) (upublisert data, NIH). Dette baserer seg på optimal lengde for muskelkraft; den maksimale kraften en muskel kan generere, er avhengig av muskellengden (Herzog & Keurs, 1988; Chang et al., 1999). Når en muskel endrer vinkel, påfører det endring i muskelfibre, dette endrer overlappingen (for mye eller for lite) mellom aktin og myosin som påvirker utviklingen av kraft (Chang et al., 1999).

5.6 Wingate

Det var ingen forskjell i peak power (W) og relativ peak power ($W \cdot kg^{-1}$) mellom CFM-AM og CFW-AK. Det var derimot signifikant høyere gjennomsnittlig power (W) og relativ gjennomsnittlig power ($W \cdot kg^{-1}$) for både CFM og CFW over AM og AK. Kraftutviklingen til både CrossFit og Alpint i studien blir beskrevet som «elite» basert på rapporterte power verdier ($W \cdot kg^{-1}$) fra et stort utvalg utøvere (Haugen et al., 2018). Resultatene til CFM og AM lå også over kategorien «high» fra Coppin et al. (2012) som utviklet referanse verdier fra absolutte (W) og relative verdier ($W \cdot kg^{-1}$) i peak power og anaerob kapasitet blant 77 NCAA divisjon 1 utøvere fra amerikansk fotball og friidrett (anaerobe øvelser). Samme argument som spenst må også opplyses for å tolke sammenlikningene i Wingate riktig. Wingate for CrossFit-utøverne på NIH ble utført på Lode Excalibur, mens alpinistene har benyttet Wattbike på OLT. Ergometersyklene kan beregne peak-verdier på forskjellige måter. Lode Excalibur registrerer verdier hver 200 ms, mens Wattbike registrerer per tråkkrunde. Videre forskjeller og begrensninger med måleutstyr og protokoller blir diskutert i siste avsnitt i dette kapittelet.

Det er tidligere funnet assosiasjoner mellom anaerob kapasitet og CrossFit-prestasjon (Martinez-Gómez et al., 2020; Dexheimer et al., 2019). Resultatene fra tidligere studier på CrossFit-utøvere kan dessverre ikke sammenliknes med utøverne i denne studien (Tabell 20). I stedet bekrefter det forskjellen mellom elite-utøvere og mosjonister (Mangine et al., 2020). Studier relevante for CrossFit som har testet Wingate presenterer kun peak power (W) og gjennomsnittlig power (W) (Bellar et al., 2015; Butcher et al., 2015; Dexheimer et al., 2019; Feito et al., 2019; Martínéz-Gómez et al., 2019). Det er derimot ikke presentert noen relative verdier, men basert på relativt lik kroppsvekt og lavere peak power (W) er det å anta at verdiene lå lavere enn utøverne i denne studien.

Å tolke den anaerobe kapasiteten fra Wingate må uansett tolkes forsiktig. Muskelstyrke, muskelstørrelse, fibertypesammensetning, bremsemotstand, tråkkfrekvens, posisjonering og teknikk er faktorer som spiller inn på resultatene (Martin et al., 2007). I motsetning til aerob kapasitet, er det ikke mulig å fysiologisk måle den anaerobe metabolismen supramaksimalt (Gastin, 1994; Haugen et al., 2018). Derfor er det vanskelig å detektere om potensielle forbedringer skyldes høyere energiomsetning eller bedre teknisk effektivitet i Wingate (Haugen et al., 2018). Det må også legges vekt på om resultater (peak power) blir registrert fra gjennomsnittet av 5 sekunder, eller 1 sekund som er mer vanlig ettersom teknologien har utviklet seg (Bar-Or., 1987; Driss & Vandewalle, 2013). 1 sekund hjelper å bestemme mer nøyaktige og høyere verdier enn 6 sekunder (Bar-Or., 1987; Haugen et al., 2018). Om studier lar forsøkspersoner stå eller sitte vil også være med på å påvirke resultatene (~10 %) (Haugen et al., 2018). Om forsøkspersoner gjennomfører Wingate stående vil det tillate mer aktiv muskelmasse som resulterer i større kraftutvikling (Martin et al., 2007). En annen faktor vil være individuell bremsemotstand. Studier oppgir bremsemotstand som prosent av kroppsvekt, og benyttet bremsemotstand varierer mellom studier (Bar-Or, 1987; Driss & Vandewalle, 2013). Siden muskelstyrke og kroppsvekt er faktorer som påvirker peak power (W) og anaerob kapasitet, vil for tung bremsemotstand hindre forsøkspersonene i å utnytte sin maksimale kraftutvikling og anaerobe kapasitet. Det er heller ikke sikkert at bremsemotstanden burde være lik for å oppnå best mulig resultat i peak power (W) og gjennomsnittlig power (W) (Driss & Vandewalle, 2013).

Tabell 19: Oversikt over peak power (W) og gjennomsnittlig power (W) i Wingate for menn i CrossFit-relevante studier.

Studie	Peak power (W)	Gjennomsnittlig power (W)
Bellar et al., (2015), erfaren	865 ± 155	-
Bellar et al., (2015), uerfaren	807 ± 129	-
Butcher et al., (2015)	953 ± 222 (565-1180)*	710 ± 161 (435-903)*
Dexheimer et al., (2019)	829 ± 117	627 ± 85
Feito et al., (2019)	1545 ± 230	759 ± 90
Martínez-Gómez et al., (2020)	823 ± 58	671 ± 39

*Spredning i studien. Verdiene er presentert som gjennomsnitt ± standardavvik. Bellar et al., (2015) hadde ikke gjennomsnittlig power (W) i sin studie.

5.7 Dual-energy X-ray absorptiometry

Både CFM og CFW hadde signifikant lavere fett % og fettmasse enn AM og AK. Forskjellen mellom kvinnene var derimot større enn hos menn. Dette er ikke særlig overaskende. Kroppssammensetning er en viktig faktor for prestasjon (Ackland et al., (2012), men den praktiske betydningen av kroppssammensetning er forskjellig for CrossFit og Alpint. CrossFit-utøvere er avhengig av optimal kroppssammensetning for å være effektive i kroppsvektsøvelser. I sporter som krever horisontal eller vertikal forflytning av kroppsmassen, er unødvendig fett sett på som en ulempe (Sundgot-Borgen & Torstveit, 2010). Dette vil også gjelde CrossFit. Å bevege kroppsmassen i for eksempel turn-øvelser med unødvendig fettmasse vil øke energikravet og være negativt for effektiviteten. For alpinister derimot, kan det tenkes at litt mer fettmasse vil være positivt i enkelte disipliner som for eksempel utfor (Haymes & Dickinson, 1980).

Mangine et al. (2020) målte kroppssammensetning i sin studie på CrossFit-utøvere, for både menn og kvinner. Sammenliknet med denne studien lå både mennene og kvinnene hos Mangine et al. (2020) i gruppen «avanserte utøvere» rundt samme verdier som utøverne i denne studien (fett %, fettfri masse, beinmineral innhold og fettmasse). Det å beskrive god eller dårlig kroppssammensetning blir nødvendigvis ikke riktig. Hver idretts egenart stiller krav til forskjellige kropps-komposisjoner. Likevel er det publisert referanseverdier som beskriver kroppssammensetning til diverse idretter under sesong (Santos et al., 2014). Formålet med denne studien var blant annet å kartlegge kroppssammensetningen til elite CrossFit-utøvere, fordi det ikke var nok informasjon om dette tidligere. Dessverre er det få studier å sammenlikne resultatene mot, det er derimot en start for å tilføre litteraturen mer informasjon. Å kartlegge kroppssammensetning i form av helse er viktig, om ikke viktigere enn prestasjon, for å fortsette arbeidet og forebyggingen mot vanlige problemer som lav fett %, lav beinmineraltetthet, og spiseforstyrrelser i idrett (Sundgot-Borgen & Torstveit, 2010; Stand, 2007).

5.8 Metodiske betraktninger

Når man gjennomfører en studie, er det alltid begrensninger som må tas hensyn til når man bearbeider resultatene og leser gjennom studien. Studiedesign, utvalg og målemetoder er faktorer som vil påvirke resultatene. Tilvenning er viktig for å gjøre seg bekjent med utstyr og rutiner for å prestere best mulig på testdagen. For CrossFit-utøverne og testleder ble rutiner og gjennomføring bedre utover studien. Selv om alle testene gikk som det skulle, merket testleder at de siste testene, når det gikk mot slutten, hadde de mest effektive gjennomføringene.

5.8.1 Studiedesign

Denne studien er gjennomført som en tverrsnittsstudie for å belyse et definert utvalg. Selv om resultatene ikke kan generaliseres til alle, anses denne studien som første steg i vitenskapelig studier på CrossFit Norge og det betraktes som rimelig å starte kartleggingen i form av en tverrsnittsstudie. På bakgrunn av dette kan CrossFit-entusiaster benytte resultatene som motivasjon til trening, og for å få en større forståelse av hva som kreves for å hevde seg i CrossFit.

Tverrsnittsstudier er nødvendig i tidlig fase av et forskerspørsmål som hypotesegenererende for videre forskning. Dette var meningen med denne studien, da formålet var å forsøke å kartlegge noe som var usikkert eller ikke tilstede fra før av i litteraturen. Derfor var tverrsnittsstudie et optimalt design for denne studien.

Selv om studien presenterte gode fysiske verdier hos et lite utvalg, kan ikke tverrsnittsstudier si noe om fortid eller fremtid, da resultatene kun gir et øyeblikksbilde av situasjonen. Vi kan heller ikke si om resultatene fra CrossFit-utøverne er en konsekvens av treningseffekt eller om CrossFit-utøverne er selektert idretten (arvelige forutsetninger) på bakgrunn av deres fysiske kapasitet. Arvelige forutsetninger har vist seg å være betydningsfull for deltakelse i sport (Antero et al., 2018). Mange av utøverne har derimot trent CrossFit i >5 år, og har hatt stor fysisk utvikling i de årene (personlig observering). Derfor kan det tenkes at det har vært en betydelig treningseffekt hos de beste, men dette kan verken bekreftes eller avkreftes. For å se mer på dette kan det være aktuelt å utføre longitudinelle randomiserte eksperimentelle studier for å se effekten av CrossFit-trening.

5.8.2 Utvalg

I CrossFit sesongen 2021 fikk 303 menn og 307 kvinner invitasjon til å delta i semifinalene rundt om i verden, det siste steget før CrossFit Games. Dette vil si at utøverne i denne studien i beste fall kun tilsvarende 0,03 % (CFM) og 0,04 % (CFW), som ikke gir særlig statistisk styrke. På bakgrunn av dette er det grunn til å tro at det finnes eksterne utøvere som kan ha både høyere aerob kapasitet, anaerob kapasitet og styrke enn CrossFit-utøverne representert i denne studien. Det var likevel strenge inklusjonskrav for å delta. Et av kriteriene var tidligere deltakelse i CrossFit Games, noe som var oppfylt av enkelte CFM og CFW i denne studien (oppgitt med tillatelse).

En størrelseberegning for ønsket antall CrossFit-utøvere og alpinister med ES og styrke på 0,8 samt alfa-nivå (type 1-feil sannsynlighet) på 0,05 ble utført før studien ved hjelp av G*Power (versjon 3.1.9). Som det var nevnt i kapittel 3.12, ville det vært nødvendig med 26 CrossFit-utøvere og 26 alpinister. For CFM og AM i $\dot{V}O_{2maks}$ i $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ og F_{maks} var ES på 0,4 i $\dot{V}O_{2maks}$, og F_{maks} var 0,9.

5.8.3 Målemetoder

Validiteten og reliabiliteten til de generelle testene i studien betegnes som sterk og ble kort beskrevet i metodekapittelet. Det samme ble forskjellen i testutstyr under spenst og Wingate. Det kan likevel poengteres igjen at testene som er gjennomført er godt standardiserte tester som regelmessig benyttes på NIH og OLT til trening, testing og forskning. En forskjell under datainnsamlingen er CrossFit-utøverne som gjennomførte standardisert testing på NIH, mens alpinistenes data ble samlet inn på OLT fra allerede gjennomførte tester. Man vet derfor ikke hvordan alpinistene har utført testene i form av blant annet oppvarming, utførelse, og pauser mellom forsøk. Testene utføres derimot på Norges idrettsforbund og olympiske og paralympiske komité sitt hovedkvarter, som har ansvar for å utvikle norsk toppidrett når det kommer til trening, testing og forskning på olympiske utøvere, så det er å forvente at utførelsen gjennomføres på en vitenskapelig-akseptert måte.

6. Konklusjon

Formålet med denne studien var å undersøke I) Den fysiske kapasiteten til CrossFit-utøvere på høyt nasjonalt og internasjonalt nivå, i forhold til det vi vet fra tidligere litteratur om CrossFit. II) Hvordan den fysiske kapasiteten til CrossFit-utøvere på høyt nasjonalt og internasjonalt nivå er sammenliknet med alpinister på det Norske Alpinlandslaget. Resultatene viste at CrossFit-utøvere på høyt nasjonalt og internasjonalt nivå hadde høyere aerob kapasitet, anaerob kapasitet, maksimal styrke og power i underekstremitetene i forbindelse med hva man vet fra tidligere litteratur om CrossFit. Spesielt den aerobe og anaerobe kapasiteten var på høyde med hva som er sett tidligere i andre utholdenhetsidretter (sykling og roing). Resultatene beskrev et utvalg CrossFit-utøvere som svært allsidige utøvere med god aerob og anaerob kapasitet, samt styrke og power i underekstremitetene, spesielt på bakgrunn av det man vet om en interaksjon i forbindelse med adaptasjon til styrketrening og kondisjon samtidig, hvor spesielt power virker å være mest påvirket i negativ grad (Coffey & Hawley, 2017). I tillegg hadde CrossFit-kvinner høyere aerob kapasitet enn Alpint-kvinner, med en trend til det samme hos CrossFit-menn over Alpint-menn. CrossFit-utøverne viste seg også å ha høyere anaerob kapasitet, power i underekstremitetene, samt lavere fett % og fettmasse enn alpinistene.

6.1 *Praktisk betydning*

Funnene fra denne studien har praktisk betydning for utøvere, trenere og interesserte som ønsker mer kunnskap om CrossFit, som er en sport i stor vekst. Resultatene tilfører litteraturen ny informasjon, særlig om utøvere på det høyeste nivået. På bakgrunn av dette får man et innblikk i hva man kan forvente av fysiske egenskaper (arbeidskrav) for å hevde seg i CrossFit. Dermed kan resultatene være med å tilrettelegge fremtidig trening i CrossFit. Funnene kan også være med å danne inklusjonskriterier for kommende studier som ønsker å ha med CrossFit-utøvere på høyt nivå. Det må poengteres at i denne studien ble det kun sett på fysisk kapasitet. Det ble ikke tatt hensyn til sport-spesifikk teknikk og mentalitet. Selv om fysisk kapasitet må ligge til grunn for å hevde seg i CrossFit, er det en kompleks sport sammensatt av mange egenskaper. Effektivitet i øvelser og å være god på overganger mellom øvelser, er noe som burde undersøkes. Det kan tenkes at dette er et område som skiller de beste fra resten.

Litteraturliste

- Ackland, T. R., Lohman, T. G., Sundgot-Borgen, J., Maughan, R. J., Meyer, N. L., Stewart, A. D., & Müller, W. (2012). Current status of body composition assessment in sport. *Sports Medicine*, 42(3), 227-249.
- Andersen, R. E., & Montgomery, D. L. (1988). Physiology of alpine skiing. *Sports Medicine*, 6(4), 210-221.
- Andreoli, A., Scalzo, G., Masala, S., Tarantino, U., & Guglielmi, G. I. U. S. E. P. P. E. (2009). Body composition assessment by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). *La radiologia medica*, 114(2), 286-300.
- Antero, J., Saulière, G., Marck, A., & Toussaint, J. F. (2018). A medal in the Olympics runs in the family: a cohort study of performance heritability in the games history. *Frontiers in physiology*, 9, 1313.
- Bar-Or, O. (1987). The Wingate anaerobic test an update on methodology, reliability and validity. *Sports medicine*, 4(6), 381-394.
- Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(1), 70-84.
- Beers, E. (2014). Virtuosity goes viral. *The CrossFit Journal*, 6, 1-10.
- Bellar, D., Hatchett, A., Judge, L. W., Breaux, M. E., & Marcus, L. (2015). The relationship of aerobic capacity, anaerobic peak power and experience to performance in CrossFit exercise. *Biology of sport*, 32(4), 315.
- Billat, V., Petot, H., Karp, J. R., Sarre, G., Morton, R. H., & Mille-Hamard, L. (2013). The sustainability of VO₂max: effect of decreasing the workload. *European journal of applied physiology*, 113(2), 385-394.
- Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C., & Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height?. *Medicine and science in sports and exercise*, 28, 1402-1412.

- Bosco, C., Komi, P. V., & Ito, A. (1981). Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. *Acta Physiologica Scandinavica*, 111(2), 135-140.
- Bouchard, C., Sarzynski, M. A., Rice, T. K., Kraus, W. E., Church, T. S., Sung, Y. J., ... & Rankinen, T. (2011). Genomic predictors of the maximal O₂ uptake response to standardized exercise training programs. *Journal of applied physiology*
- Buckthorpe, M., Morris, J., & Folland, J. P. (2012). Validity of vertical jump measurement devices. *Journal of sports sciences*, 30(1), 63-69.
- Buresh, R. O. B. E. R. T., & Berg, K. R. I. S. (2002). Scaling oxygen uptake to body size and several practical applications. *Journal of strength and conditioning research*, 16(3), 461-465.
- Butcher, S. J., Neyedly, T. J., Horvey, K. J., & Benko, C. R. (2015). Do physiological measures predict selected CrossFit® benchmark performance?. *Open access journal of sports medicine*, 6, 241.
- Chang, Y. W., Su, F. C., Wu, H. W., & An, K. N. (1999). Optimum length of muscle contraction. *Clinical Biomechanics*, 14(8), 537-542.
- Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., de Sá Souza, H., Miranda, R. C., Mezêncio, B., ... & Amadio, A. C. (2018). Crossfit overview: systematic review and meta-analysis. *Sports medicine-open*, 4(1), 11.
- Coffey, V. G., & Hawley, J. A. (2017). Concurrent exercise training: do opposites distract?. *The Journal of physiology*, 595(9), 2883-2896.
- Cormie, P., McBride, J. M., & McCaulley, G. O. (2009). Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: impact of training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 177-186.
- Cronin, J. B., Hing, R. D., & McNair, P. J. (2004). Reliability and validity of a linear position transducer for measuring jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 590-593.

- Cronin, J. B., McNair, P. J., & Marshall, R. N. (2002). Is velocity-specific strength training important in improving functional performance?. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 42(3), 267.
- CrossFit Games. (2014). Test of Fitness. [Videoklipp].
<https://www.youtube.com/watch?v=3eGgWEr-Vv8>
- CrossFit Training Guide (u.å). LEVEL 1 TRAINING GUIDE.
http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ_English_Level1_TrainingGuide.pdf
- CrossFit Games. (2020). THE 2021 SEASON SCHEDULE, BEGINNING WITH THE OPEN MARCH 11. <https://games.crossfit.com/article/2021-season-schedule-beginning-open-march-11/games>
- de Sousa, A. F., dos Santos, G. B., dos Reis, T., Valerino, A. J., Del Rosso, S., & Boullosa, D. A. (2016). Differences in Physical Fitness between Recreational CrossFit® and Resistance Trained Individuals. *Journal of Exercise Physiology Online*, 19(5).
- Dekerle, J., Baron, B., Dupont, L., Vanvelcenaher, J., & Pelayo, P. (2003). Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. *European journal of applied physiology*, 89(3), 281-288.
- Dexheimer, J. D., Schroeder, E. T., Sawyer, B. J., Pettitt, R. W., Aguinaldo, A. L., & Torrence, W. A. (2019). Physiological Performance Measures as Indicators of CrossFit® Performance. *Sports*, 7(4), 93.
- Driller, M. W., Argus, C. K., & Shing, C. M. (2013). The reliability of a 30-s sprint test on the Wattbike cycle ergometer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(4), 379-383.
- Driss, T., & Vandewalle, H. (2013). The measurement of maximal (anaerobic) power output on a cycle ergometer: a critical review. *BioMed research international*, 2013.
- Edwen, C. E., Thorlund, J. B., Magnusson, S. P., Slinde, F., Svantesson, U., Hulthen, L., & Aagaard, P. (2014). Stretch-shortening cycle muscle power in women and

- men aged 18–81 years: Influence of age and gender. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(4), 717-726.
- Egan, B., & Zierath, J. R. (2013). Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. *Cell metabolism*, 17(2), 162-184.
- Feito, Y., Giardina, M. J., Butcher, S., & Mangine, G. T. (2019). Repeated anaerobic tests predict performance among a group of advanced CrossFit-trained athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 44(7), 727-735.
- Folland, J. P., & Williams, A. G. (2007). Morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports medicine*, 37(2), 145-168.
- Foss, Ø., & Hallen, J. (2005). Validity and stability of a computerized metabolic system with mixing chamber. *International journal of sports medicine*, 26(07), 569-575.
- Gastin, P. B. (1994). Quantification of anaerobic capacity. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 4(2), 91-112.
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports medicine*, 31(10), 725-741.
- Gianzina, E. A., & Kassotaki, O. A. (2019). The benefits and risks of the high-intensity CrossFit training. *Sport Sciences for Health*, 15(1), 21-33.
- Gilgien, M., Reid, R., Raschner, C., Supej, M., & Holmberg, H. C. (2018). The training of Olympic alpine ski racers. *Frontiers in physiology*, 9, 1772.
- Gilgien, M., Spörri, J., Kröll, J., Crivelli, P., & Müller, E. (2014). Mechanics of turning and jumping and skier speed are associated with injury risk in men's World Cup alpine skiing: a comparison between the competition disciplines. *British journal of sports medicine*, 48(9), 742-747.
- Goins, J. M. (2014). Physiological and Performance effects of CrossFit (Doctoral dissertation, University of Alabama Libraries).

- Gormley, S. E., Swain, D. P., High, R. E. N. E. E., Spina, R. J., Dowling, E. A., Kotipalli, U. S., & Gandrakota, R. A. M. Y. A. (2008). Effect of intensity of aerobic training on $\dot{V}O_{2\max}$. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(7), 1336-1343.
- Green, S. (1994). A definition and systems view of anaerobic capacity. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 69(2), 168-173.
- Green, S. (1995). Measurement of anaerobic work capacities in humans. *Sports Medicine*, 19(1), 32-42.
- Gross, M. A., Breil, F. A., Lehmann, A. D., Hoppeler, H., & Vogt, M. (2009). Seasonal Variation of $\dot{V}O_{2\max}$ and the $\dot{V}O_2$ -Work Rate Relationship in Elite Alpine Skiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(11), 2084-2089.
- Harman, E. A., Rosenstein, M. T., Frykman, P. N., Rosenstein, R. M., & Kraemer, W. J. (1991). Estimation of human power output from vertical jump. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 5(3), 116-120.
- Haugen, T., Paulsen, G., Seiler, S., & Sandbakk, Ø. (2018). New records in human power. *International journal of sports physiology and performance*, 13(6), 678-686.
- Hawley, J. A., Hargreaves, M., Joyner, M. J., & Zierath, J. R. (2014). Integrative biology of exercise. *Cell*, 159(4), 738-749.
- Haymes, E. M., & Dickinson, A. L. (1980). Characteristics of elite male and female ski racers. *Medicine and science in sports and exercise*, 12(3), 153-158.
- Heinrich, K. M., Patel, P. M., O'Neal, J. L., & Heinrich, B. S. (2014). High-intensity compared to moderate-intensity training for exercise initiation, enjoyment, adherence, and intentions: an intervention study. *BMC public health*, 14(1), 1-6.
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., ... & Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve $\dot{V}O_{2\max}$ more than moderate training. *Medicine & science in sports & exercise*, 39(4), 665-671.

- Herzog, W., & ter Keurs, H. E. (1988). A method for the determination of the force-length relation of selected in-vivo human skeletal muscles. *Pflügers Archiv*, 411(6), 637-641.
- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine+ Science in Sports+ Exercise*, 41(1), 3.
- Hydren, J. R., Volek, J. S., Maresh, C. M., Comstock, B. A., & Kraemer, W. J. (2013). Review of strength and conditioning for alpine ski racing. *Strength & Conditioning Journal*, 35(1), 10-28.
- Jones, A. M., & Poole, D. C. (2009). Physiological demands of endurance exercise. *Olympic Textbook of Science in Sport*. Chichester, UK: Wiley-Blackwell Publishing, Chichester, UK, 43-55
- Jones, A. M., & Vanhatalo, A. (2017). The 'critical power' concept: applications to sports performance with a focus on intermittent high-intensity exercise. *Sports Medicine*, 47(1), 65-78.
- Klusiewicz, A., Starczewski, M., Ładyga, M., Długołęcka, B., Braksator, W., Mamcarz, A., & Sitkowski, D. (2014). Reference values of maximal oxygen uptake for Polish rowers. *Journal of human kinetics*, 44, 121.
- Koralsztejn, S. D. J., & Billat, V. (2000). Time limit and time at VO₂MAX during a continuous and intermittent run. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(2), 96.
- Linthorne, N. P. (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physics*, 69(11), 1198-1204.
- Lucero, R. A., Fry, A. C., LeRoux, C. D., & Hermes, M. J. (2019). Relationships between barbell squat strength and weightlifting performance. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 14(4), 562-568.

- Lunn, W. R., & Axtell, R. S. (2019). Validity and Reliability of the Lode Excalibur Sport Cycle Ergometer for the Wingate Anaerobic Test. *Journal of strength and conditioning research*.
- Mangine, G. T., Cebulla, B., & Feito, Y. (2018). Normative values for self-reported benchmark workout scores in crossfit® practitioners. *Sports medicine-open*, 4(1), 39.
- Mangine, G. T., Stratton, M. T., Almeda, C. G., Roberts, M. D., Esmat, T. A., VanDusseldorp, T. A., & Feito, Y. (2020). Physiological differences between advanced CrossFit athletes, recreational CrossFit participants, and physically-active adults. *Plos one*, 15(4), e0223548.
- Martin, J. C., Davidson, C. J., & Pardyjak, E. R. (2007). Understanding sprint-cycling performance: the integration of muscle power, resistance, and modeling. *International journal of sports physiology and performance*, 2(1), 5-21.
- Martínez-Gómez, R., Valenzuela, P. L., Alejo, L. B., Gil-Cabrera, J., Montalvo-Pérez, A., Talavera, E., ... & Barranco-Gil, D. (2020). Physiological Predictors of Competition Performance in CrossFit Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), 3699.
- Martínez-Gómez, R., Valenzuela, P. L., Barranco-Gil, D., Moral-González, S., García-González, A., & Lucia, A. (2019). Full-Squat as a Determinant of Performance in CrossFit. *International journal of sports medicine*, 40(09), 592-596.
- McBride, J. M., McCaulley, G. O., & Cormie, P. (2008). Influence of preactivity and eccentric muscle activity on concentric performance during vertical jumping. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 750-757.
- Methenitis, S., Mpampoulis, T., Spiliopoulou, P., Papadimas, G., Papadopoulos, C., Chalari, E., ... & Terzis, G. (2020). Muscle fiber composition, jumping performance, and rate of force development adaptations induced by different power training volumes in females. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 45(9), 996-1006.

- Neumayr, G., Hoertnagl, H., Pfister, R., Koller, A., Eibl, G., & Raas, E. (2003). Physical and physiological factors associated with success in professional alpine skiing. *International journal of sports medicine*, 24(08), 571-575.
- Norton, K., Olds, T., Olive, S., & Craig, N. (1996). Anthropometry and sports performance. *Anthropometrica*, 287-364.
- Nuzzo, J. L., McBride, J. M., Cormie, P., & McCaulley, G. O. (2008). Relationship between countermovement jump performance and multijoint isometric and dynamic tests of strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 699-707.
- O'Connor, H., Olds, T., & Maughan, R. J. (2007). Physique and performance for track and field events. *Journal of sports sciences*, 25(S1), S49-S60.
- O'Connor, H., & Slater, G. (2011). Losing, gaining and making weight for athletes. *Sport and exercise nutrition*. West Sussex: Wiley-Blackwell, 210-32.
- Paine, J., Uptgraft, J., & Wylie, R. (2010). CrossFit study. *Command and General Staff College*, 1-34.
- Patterson, C., & Raschner, C. (2015). Eccentric overload squats with the intelligent motion lifter: strength training for alpine ski racing. *Science and Skiing VI*, 260-267.
- Raastad, T., Paulsen, G., Wisnes, A., Rønnestad, B. R., & Refsnes, P. E. (2010). Innledning, terminologi og definisjoner. *Styrketrening-i teori og praksis*. Gyldendal Norsk Forlag.
- Redden, J., Stokes, K., & Williams, S. (2018). Establishing the reliability and limits of meaningful change of lower limb strength and power measures during seated leg press in elite soccer players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(4), 539.
- Rønnestad, B. R., Hansen, E. A., & Raastad, T. (2010). Effect of heavy strength training on thigh muscle cross-sectional area, performance determinants, and

- performance in well-trained cyclists. *European journal of applied physiology*, 108(5), 965-975.
- Sandbakk, Ø., Solli, G. S., & Holmberg, H. C. (2018). Sex differences in world-record performance: the influence of sport discipline and competition duration. *International journal of sports physiology and performance*, 13(1), 2-8.
- Santos, D. A., Dawson, J. A., Matias, C. N., Rocha, P. M., Minderico, C. S., Allison, D. B., ... & Silva, A. M. (2014). Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. *PloS one*, 9(5), e97846.
- Schlegel, P. (2020). CrossFit® Training Strategies from the Perspective of Concurrent Training: A Systematic Review. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(4), 670.
- Seiler, S., Jøranson, K., Olesen, B. V., & Hetlelid, K. J. (2013). Adaptations to aerobic interval training: interactive effects of exercise intensity and total work duration. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(1), 74-83.
- Serafini, P. R., Feito, Y., & Mangine, G. T. (2018). Self-reported measures of strength and sport-specific skills distinguish ranking in an international online fitness competition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(12), 3474-3484.
- Sibley, B. A. (2012). Using sport education to implement a CrossFit unit. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 83(8), 42-48.
- Simon, J. O. S. H. U. A., Young, J. L., Gutin, B. E. R. N. A. R. D., Blood, D. K., & Case, R. B. (1983). Lactate accumulation relative to the anaerobic and respiratory compensation thresholds. *Journal of Applied Physiology*, 54(1), 13-17.
- Smith, C. G., & Jones, A. M. (2001). The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity and lactate turnpoint velocity in runners. *European journal of applied physiology*, 85(1), 19-26.
- STAND, P. (2007). The female athlete triad. *Med. Sci. Sports Exerc*, 39(10), 1867-82.

- Stone, M. H., Pierce, K. C., Sands, W. A., & Stone, M. E. (2006). Weightlifting: A brief overview. *Strength and Conditioning Journal*, 28(1), 50.
- Støa, E. M., Helgerud, J., Rønnestad, B., Hansen, J., Ellefsen, S., & Støren, Ø. (2020). Factors influencing running velocity at lactate threshold in male and female runners at different levels of performance. *Frontiers in Physiology*, 11, 1398.
- Støren, Ø., Rønnestad, B. R., Sunde, A., Hansen, J., Ellefsen, S., & Helgerud, J. (2014). A time-saving method to assess power output at lactate threshold in well-trained and elite cyclists. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(3), 622-629.
- Suchomel, T. J., Comfort, P., & Stone, M. H. (2015). Weightlifting pulling derivatives: Rationale for implementation and application. *Sports Medicine*, 45(6), 823-839.
- Sundgot-Borgen, J., & Torstveit, M. K. (2010). Aspects of disordered eating continuum in elite high-intensity sports. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 112-121.
- Tibana, R. A., Sousa, N. M. F. D., Prestes, J., Feito, Y., Ernesto, C., & Voltarelli, F. A. (2019). Monitoring training load, well-being, heart rate variability, and competitive performance of a functional-fitness female athlete: A case study. *Sports*, 7(2), 35.
- Tomalka, A., Weidner, S., Hahn, D., Seiberl, W., & Siebert, T. (2021). Power amplification increases with contraction velocity during stretch-shortening cycles of skinned muscle fibers. *Frontiers in Physiology*, 12, 391.
- Tomlin, D. L., & Wenger, H. A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine*, 31(1), 1-11.
- Travis, S. K., Mujika, I., Gentles, J. A., Stone, M. H., & Bazylar, C. D. (2020). Tapering and peaking maximal strength for powerlifting performance: a review. *Sports*, 8(9), 125.

- Wang, N., Hikida, R. S., Staron, R. S., & Simoneau, J. A. (1993). Muscle fiber types of women after resistance training—quantitative ultrastructure and enzyme activity. *Pflügers Archiv*, 424(5), 494-502.
- Yoshida, T., Chida, M., Ichioka, M., & Suda, Y. (1987). Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 56(1), 7-11.
- Zeitz, E. K., Cook, L. F., Dexheimer, J. D., Lemez, S., Leyva, W. D., Terbio, I. Y., ... & Jo, E. (2020). The Relationship between CrossFit® Performance and Laboratory-Based Measurements of Fitness. *Sports*, 8(8), 112.

Tabelloversikt

Tabell 1: Oversikt over fysiologiske tester som CrossFit-relevante studier har benyttet.	21
Tabell 2: En oversikt over studier som ser på fysisk kapasitet i CrossFit.....	23
Tabell 3: Oversikt over studiens tester og deres formål.	30
Tabell 4: Antropometriske data av CrossFit-utøverne. Verdiene er presentert som gjennomsnitt \pm SD.	31
Tabell 5: Oversikt over alpinistenes tester og hvilken periode resultatene ble hentet ut fra.....	42
Tabell 6: Oversikt over antall utøvere som var inkludert i analyseringen av resultatene.	44
Tabell 7: Hopp høyde for svikthopp for CrossFit menn, CrossFit kvinner, Alpint menn og Alpint kvinner. Hopp høyde er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.	48
Tabell 8: Variabler for knebøyhopp for CrossFit menn og CrossFit kvinner. Hopp høyde er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.	48
Tabell 9: Variabler for vertikal power for CrossFit menn og CrossFit kvinner. Data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.	48
Tabell 10: Absolutte og relative verdier i knebøy for CrossFit menn og Alpint menn. Data er presentert som median (kvartildifferanse).	49
Tabell 11: Absolutte og relative verdier i knebøy for CrossFit kvinner og Alpint kvinner. Data er presentert som median (kvartildifferanse).	49
Tabell 12: Forskjell mellom CrossFit og Alpint for menn i diverse styrke og power variabler i Keiser benpress. Data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.	50
Tabell 13: Forskjell mellom CrossFit og Alpint for kvinner i diverse styrke og power variabler i Keiser benpress. Data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.	51
Tabell 14: Forskjell mellom CrossFit og Alpint i Wingate for menn. Data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.	51
Tabell 15: Forskjell mellom CrossFit og Alpint i Wingate for kvinner. Data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik. Peak Power (W) er presentert som median (kvartildifferanse).	52
Tabell 16: Forskjell i kroppssammensetning i DXA for menn. Data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.	52

Tabell 17: Forskjell i kroppssammensetning i DXA for kvinner. Data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.....	52
Tabell 18: Oversikt over $\dot{V}O_{2maks}$ i $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ for menn i CrossFit-relevante studier.	55
Tabell 19: Oversikt over peak power (W) og gjennomsnittlig power (W) i Wingate for menn i CrossFit-relevante studier.....	62

Figuroversikt

Figur 1: CrossFit Games sesongen 2021 for individuelle utøvere.	16
Figur 2: Protokoll for laktatprofil (f.eks. utøver med 5 drag) og $\dot{V}O_{2maks}$ etter oppvarming. Starthastighet var $7 \text{ km} \cdot \text{t}^{-1}$ for kvinner og $8 \text{ km} \cdot \text{t}^{-1}$ for menn, før den økte med $1 \text{ km} \cdot \text{t}^{-1}$ for hver belastning. Forkortelser: CFM, CrossFit menn; CFW, CrossFit kvinner; $\dot{V}O_{2maks}$, maksimalt oksygenopptak.	35
Figur 3: CrossFit-utøvere under og etter fullført test. Bildet til venstre viser hvordan oksygenopptaket ($\dot{V}O_{2maks}$) ble registret via munnstykket og inn i Oxycon Pro, løpende på Woodway med 5,3 % stigning. Bildene er brukt med samtykke fra CrossFit-utøvere.	35
Figur 4: Utførelse av CMJ (startposisjon – dybde – utførelse) på HUR Labs bærbare kraftplattform. Bildene er brukt med tillatelse fra CrossFit-utøver.	37
Figur 5: CrossFit-utøver under testing av Keiser Benpress Air420. Bildet til venstre viser standardisering av lårbein (startposisjon). Bildet til høyre viser individuelle forskjeller mellom høyre og venstre bein under test. Bildene er brukt med samtykke fra CrossFit-utøver.	39
Figur 6: Protokoll for Wingate etter oppvarming. CrossFit-utøverne gjennomførte tre 6-sekunders sprinter med tre forskjellige bremsemotstander for å individualisere bremsemotstanden under Wingate. Forkortelser: CFM, CrossFit menn; CFW, CrossFit kvinner.	40
Figur 7: CrossFit-utøver under Wingate på Lode Excalibur. Bildet er brukt med tillatelse fra CrossFit-utøver.	41
Figur 8: $\dot{V}O_{2maks}$ i relative verdier ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) til venstre og absolutte verdier ($\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$) til høyre for CrossFit menn og Alpint menn. $\dot{V}O_{2maks}$ er presentert i stolpediagram med gjennomsnitt og standardavvik, i tillegg til individuelle data. Ingen signifikante forskjeller var funnet mellom gruppene.	45
Figur 9: $\dot{V}O_{2maks}$ i relative verdier ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) til venstre og absolutte verdier ($\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$) til høyre for CrossFit kvinner og Alpint kvinner. $\dot{V}O_{2maks}$ er presentert i stolpediagram med gjennomsnitt og standardavvik, i tillegg til individuelle data. **Signifikant høyere $\dot{V}O_{2maks}$ ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) for CrossFit kvinner enn Alpint kvinner ($p = 0,005$).	46

Figur 10: Laktatprofil for CrossFit menn. Individuelle laktatverdier ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), sammen med gjennomsnitt (svart, uthevet) er presentert for hver hastighet. Løp ble gjennomført på 5,3 % stigning.	47
Figur 11: Laktatprofil for CrossFit kvinner. Individuelle laktatverdier ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), sammen med gjennomsnitt (svart, uthevet) er presentert for hver hastighet. Løp ble gjennomført på 5,3 % stigning.	47

Forkortelser

Forkortelser	Betydning
AK	Alpint Kvinner
AM	Alpint Menn
AMRAP	Tidsprioriterte økter
ADP	Adenosindifosfat
ATP	Adenosintrifosfat
CFM	CrossFit Menn
CFW	CrossFit Kvinner
CMJ	Svikthopp
CrP	Kreatinfosfat
DXA	Dual-energy X-ray absorptiometry
ES	Effektstørrelse
Fett %	Fettprosent
F_{maks}	Høyeste registrerte kraft - Keiser
FOR TIME	Oppgaveprioriterte økter
LT_H	Terskelhastighet
NIH	Norges Idrettshøgskole
OLT	Olympiatoppen
P_{maks}	Høyeste registrerte kraftutvikling - Keiser
V_{maks}	Høyeste registrerte hastighet - Keiser
WOD	Workout Of the Day (dagens økt)

Vedlegg

- I. Informasjon- og samtykkeskriv, CrossFit
- II. Informasjon- og samtykkeskriv, Alpint
- III. UTHOLDENHETSTESTER, OLT
- IV. Informasjon DXA

I. Informasjon- og samtykkeskriv, CrossFit



Vil du delta i forskningsprosjektet: «Fysisk kapasitet hos CrossFit-utøvere på høyt nasjonalt og internasjonalt nivå»?

Dette er en forespørsel til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke den fysiske kapasiteten til utøvere som konkurrerer på høyt nasjonalt og internasjonalt nivå i CrossFit. I dette skrevet gir jeg deg informasjon om hensikten med prosjektet og hva deltakelse som forsøksperson vil innebære for deg.

FORMÅL

CrossFit er en idrett som til synelatende krever stor og bred fysisk kapasitet for å hevde seg i toppen. I litteraturen er imidlertid informasjon om fysiske krav til eliteutøvere i CrossFit mangelfull. Derfor ønsker jeg å kartlegge dette ved å utføre en rekke fysiologiske tester (som maksimalt oksygenopptak) og prestasjonstester (spent og styrke) på høyt rangerte CrossFit-utøvere. Jeg vil sammenlikne CrossFit-utøvernes testresultater med alpinister på sammen nivå (landslag). Jeg vil også undersøke hvordan CrossFit-utøvere presterer i øvelser fra forskjellige idretter, som innendørsroing, vektløfting og styrkeløft, fordi disse øvelsene ofte inngår i CrossFit-konkurranser. Informasjon om krav og kapasitet er viktig for å utvikle utøvere innenfor enhver idrett, og det er det behov for å undersøke i CrossFit.

INKLUSJONSKRITERIER

- Deltatt/kvalifisert*, CrossFit Games
- Deltatt i VM, Funksjonell Fitness
- Deltatt i Regionals1/Sanctionals2
- Nasjonal topp 15, CrossFit Open >2019
- CrossFit erfaring, >1 år

*På grunn av Korona, har mange utøvere som var kvalifisert til CrossFit Games 2020 mistet retten til å delta på grunn av strenge restriksjoner.

Ellers kan du være kvinne eller mann, men være over 18 år. Du kan ikke ha skader som forhindrer deg i å yte maksimalt i studiens tester. Du kan ikke bruke prestasjonsfremmende midler (doping, som definert av Antidoping Norge: Er du i tvil om dette, spør meg).

HVA INNEBÆRER DELTAKELSE I STUDIEN

Prosjektet innebærer å gjennomføre en serie fysiske tester som vil kreve at du møter ved Norges idrettshøgskole 5 ganger. Hvert oppmøte vil ta 1-2 timer. Alle testdagene kan gjennomføres innenfor en uke.

Følgende tester skal gjennomføres:

- Laktatprofil – utholdenhet (sykling eller løping; ikke til utmattelse)
- Maksimalt oksygenopptak – kondisjon (sykling eller løping til utmattelse i løpet av 4-8 min)
- Wingate – anaerob kapasitet (sykling; maksimal innsats i 30 sek)
- Spent: «Squat jump», svikthopp og fallhopp fra 40 cm

II. Informasjon- og samtykkeskriv, Alpint



Vil du delta i forskningsprosjektet: «Fysisk kapasitet hos CrossFit-utøvere på høyt nasjonalt og internasjonalt nivå»?

Dette er en forespørsel til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke den fysiske kapasiteten til utøvere som konkurrerer på høyt nasjonalt og internasjonalt nivå i CrossFit. I dette skrevet gir jeg deg informasjon om hensikten med prosjektet og hva deltakelse som forsøksperson vil innebære for deg.

FORMÅL

CrossFit er en idrett som til synelatende krever stor og bred fysisk kapasitet for å hevde seg i toppen. I litteraturen er imidlertid informasjon om fysiske krav til eliteutøvere i CrossFit mangelfull. Derfor ønsker jeg å kartlegge dette ved å utføre en rekke fysiologiske tester (som maksimalt oksygenopptak) og prestasjonstester (spent og styrke) på høyt rangerte CrossFit-utøvere. Jeg vil sammenlikne CrossFit-utøvernes testresultater med alpinister på sammen nivå (landslag). Jeg vil også undersøke hvordan CrossFit-utøvere presterer i øvelser fra forskjellige idretter, som innendørsroing, vektløfting og styrkeløft, fordi disse øvelsene ofte inngår i CrossFit-konkurranser. Informasjon om krav og kapasitet er viktig for å utvikle utøvere innenfor enhver idrett, og det er det behov for å undersøke i CrossFit.

INKLUSJONSKRITERIER

Du må være eller ha vært landslagsutøver i alpint i tidsrommet 2018-2020.

HVA INNEBÆRER DELTAKELSE I STUDIEN

Ditt samtykke vil gi oss mulighet til å hente ut allerede innsamlede data fra Olympiatoppens databaser. Dette gjelder resultater fra testene: laktatprofil, maksimalt oksygenopptak, Wingate, svikthopp, «squat jump», fallhopp, 1RM i knebøy og keiser benpress, samt kroppssammensetning (DXA).

ULEMPER MED DELTAGELSE SOM FORSØKSPERSON

Vi ønsker å bruke data fra tidligere tester av deg (2018-2020), så det kreves ikke mer av deg enn å gi samtykke til dette.

HVA SKJER MED OPPLYSNINGENE OM DEG?

Opplysningene som registreres om deg skal kun brukes slik som beskrevet i hensikten med prosjektet. Du har 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. Du har også rett til å få innsyn i sikkerhetstiltakene ved behandling av opplysningene.

Alle opplysningene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjennerende opplysninger (avidentifisert). En tallkode knytter deg til dine opplysninger gjennom en navneliste. Det er kun forskerne i prosjektet som har tilgang til denne listen.

III. UTHOLDENHETSTESTER VED OLYMPIATOPPEN



UTHOLDENHETSTESTER VED OLYMPIATOPPEN

Protokoller, måleinstrumenter, kalibreringsrutiner og sertifisering

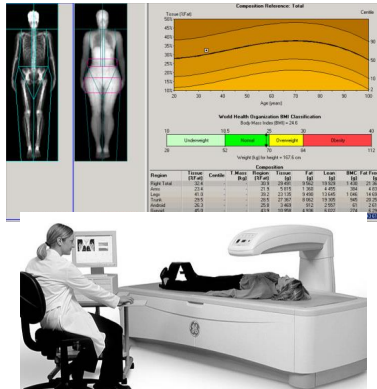
Utarbeidet av fagavdeling for utholdenhet: Espen Tønnessen, Erlend Hem, Ida Svendsen, Eirik V. Larsen, Martin Skaugen og Elisabeth Solbakken

IV. Informasjon DXA

OLYMPIATOPPEN



Informasjon til deg som skal ta Dual-energy X-ray Absorptiometry



Hva er DXA?

DXA er en hel kroppsskanning som estimerer din kroppssammensetning slik at vi får vite hvor stor andel av kroppen som er fettmasse, muskelmasse (lean body mass) og skjelettmasse (beinmineral tetthet/innhold). Eksponeringen fra røntgen strålingen er meget lav, fra 0,02-1,5 mrem for en total kroppsskanning. Til sammenlikning tilsvarer strålingen fra en transkontinental flytur i USA 4-6 mrem, eller vanlig røntgenstråling 25-270 mrem. DXA regnes som en relativt nøyaktig målemetode med en feilmargin på estimering av LBM, fett%, fettmasse og beinmineraltetthet på 0.5-2% (avhengig av type skanner).

Forberedelser til DXA

For at målingen skal bli så nøyaktig som mulig, bør du ta noen forhåndsregler:

- Du skal ikke trene hardt dagen før skanningen
- Sørg for å være rehydrert kvelden før
- Møt fastende (ikke mat og drikk på 12 timer). Du kan drikke ett glass vann på morgenen
- Ha på deg undertøy i bomull (jenter truse og sports-BH)
- Alle smykker og klokke fjernes
- Gi beskjed om du har noen implantater (for eksempel skruer i bein etter brudd).

Prosedyre

Du vil bli veid og målt høyde før du begynner. Selve skanningen tar ca 15 minutter. Du ligger rolig på bordet i undertøyet hele tiden, og du kjenner ingenting.

Viktig!

Til tross for lav stråling anbefales det å utelukke graviditet før skanningen. Det er ditt ansvar å gi informasjon om det er muligheter for at du er gravid.

Kontakt: Christian Helland (90113431) eller Anu Koivisto (41900391)

Veibeskrivelse

1. Benytt midlertidig inngang som er rett ved NIH hovedinngangen.
2. Ta ned hovedtrapp med glassdør. Før du kommer til kjeller, ta første dør (oransj) til høyre for å komme i garderobegangen.
3. DXA rom ligger ca 50m lenger inn på høyre siden av gangen (rommet er skiltet med DXA).