

Bacheloroppgave

Knebøyintervensjon for å forbedre prestasjon i utholdenhetsidretter hos unge voksne

Forskningsprosjekt for å undersøke effekten av en 6-ukers knebøyintervensjon på tester i løping og sykling

Markus Hagen
Sturla Nedrelid Heggen
Jonas Olsen Kolsvik

Idrett og kroppsøving

2023



HØGSKULEN
I VOLDA

Innhold

1. Innledning	4
1.1 Tema og bakgrunn for valg av tema	4
1.2 Formål og problemstilling	4
2. Kunnskapsgrunnlag	5
2.1 Bakgrunn	5
2.2 Teori	5
2.2.1 Begrensende faktorer utholdenhetsprestasjoner	5
2.2.1.1 VO2 max	6
2.2.1.2 Laktatterskel	6
2.2.1.3 Arbeidsøkonomi	7
2.2.2 Maksimal styrketrening	8
2.2.2.1 Maksimal styrketrening og utholdenhetsprestasjoner	8
2.3 Forskning på feltet	9
2.3.1 Knebøy og utholdenhetsprestasjoner	9
2.3.2 Maksimal styrketrening	10
2.3.4 Forbedringer i teknikk	11
3. Metode	12
3.1 Forskningsdesign	12
3.2 Populasjon og kriterier	13
3.3 Utvalg	13
3.4 Intervensjonen	14
3.5 Målemetoder	15
3.5.1 3000 meter løpetest	15
3.5.2 20 minutter sykkeltest	16
3.5.3 1RM knebøy test	17
3.6 Etiske vurderinger	17

3.7	Analyse av data	18
4.	Resultater	18
5.	Diskusjon	20
5.1	Arbeidsøkonomi og utholdenhetsprestasjoner	21
5.2	Spesifisitet.....	21
5.3	Betydningen av aktivitetsnivå utenom intervensjon	22
5.4	1RM styrke og arbeidsøkonomi	22
5.5	Lengden på intervensjonen og gjennomføringsprosent	22
5.6	Tråkkfrekvens.....	23
5.7	Styrker og svakheter ved studien	24
6.	Konklusjon.....	27
7.	Litteratur	28
	Vedlegg A - Treningslogg	35
	Vedlegg B - treningsprotokoll	36
	Vedlegg C – spørreskjema	37
	Vedlegg D – invitasjon til deltagelse	38

1. Innledning

1.1 Tema og bakgrunn for valg av tema

Styrketrening kan ha en positiv effekt på utholdenhetsprestasjoner (Koninckx et al., 2010; Rønnestad et al., 2010). Litteraturen på området har primært fokusert på utholdenhetsprestasjoner innenfor spesifikke idretter, som for eksempel løping. Det er derimot ikke blitt gitt like stor oppmerksomhet til andre typer utholdenhetsidretter, som for eksempel sykling. At forskningen på feltet viser seg å være begrenset, har vært en avgjørende faktor for at vi har valgt å gjøre ny forskning på dette feltet. Litteraturen som finnes på området, viser motstridende resultater. Som nevnt ovenfor viser enkelte studier at styrketrening kan ha en positiv effekt, mens andre studier ikke viser at styrketrening ikke fremmer prestasjon i utholdenhetsidretter (Bishop et al., 1999; Støren et al., 2008; Sunde et al., 2010; Vikmoen et al., 2016). Man kan dermed ikke med sikkerhet si at styrketrening kommer til å føre til forbedringer i utholdenhetsprestasjoner. Derfor vil det være behov for å gjøre mer forskning på området for å kunne vurdere om styrketrening egentlig har en positiv innvirkning på utholdenhetsprestasjoner.

1.2 Formål og problemstilling

I gjennomføringen av prosjektet har vi primært fokusert på hvordan datagrunnlaget kan bidra til mer kunnskap innenfor dette forskningsfeltet. Når det tidligere har vært motstridende funn er det nyttig å gjennomføre mer forskning. På denne måten kan effekten av ulike sammensetninger av metoder, målgrupper og målevariabler utforskes, for å få en bredere forståelse av temaet. Arbeidet med denne studien har tatt utgangspunkt i følgende problemstilling:

«Hvilken effekt vil en 6 ukers knebøyintervensjon med maksimal styrketrening ha på arbeidsøkonomi og utholdenhetsprestasjoner innenfor sykling og løping hos unge voksne.»

2. Kunnskapsgrunnlag

2.1 Bakgrunn

Mye av forskningen som har blitt gjort på å forbedre utholdenhetsprestasjoner gjennom styrketrening, har brukt en metode der styrketrening og utholdenhets trening kombineres (Johnson et al., 1997; Støren et al., 2008). Derfor ønsker vi å benytte en tilnærming der man fokuserer på styrketreningen alene. Dette handler om at vi vil undersøke effekten av styrketrening isolert fra spesifikk utholdenhets trening. De fleste studiene og forskningen som er gjort på styrketrening og utholdenhetsprestasjoner har fokusert på én bestemt type utholdenhetsidrett. Dette kan for eksempel være løping eller sykling, men ikke i den samme studien (Johnson et al., 1997; Støren et al., 2008; Sunde et al., 2010). For å undersøke om effekten av styrketrening varierer mellom ulike utholdenhetsidretter, har vi valgt å teste deltakerne i både løping og sykling. I denne studien er også styrketrening inkludert som et tillegg til den vanlige utholdenhets treningen til deltakerne.

2.2 Teori

2.2.1 Begrensende faktorer utholdenhetsprestasjoner

Aerob energiomsetning er en betegnelse på energiomsetning der ATP resynteres med tilstrekkelig mengde oksygen. Når energiomsetningen foregår med tilstrekkelig oksygen blir energipotensialet bedre utnyttet gjennom oksidativ fosforylering (Gastin, 2001). Dette fører dessuten til mindre opphopning av avfallsstoffer i blodet siden avfallsstoffene forbrennes i den oksidative fosforyleringen (Gastin, 2001). For å øke prestasjonen på 3000 meter løping og 20 minutter sykling er det hovedsakelig kroppens evne til å utføre et langvarig arbeid med tilstrekkelig oksygen som er avgjørende. Derfor bør fokuset ligge på utviklingen av den aerobe kapasiteten (Duffield et al., 2005; Mpholwane, 2008).

Aerobe utholdenhetsprestasjoner bestemmes i all hovedsak av vo_{2max} , laktatterskel og arbeidsøkonomi (Bassett & Howley, 2000). vo_{2max} er et mål på hvor mye oksygen kroppen kan ta opp og forbruke i løpet av ett minutt, under dynamisk helkroppsarbeid (Hawkins et al., 2007). Vo_{2max} setter den øvre grensen for aerob energiomsetning, og siden utholdenhetsprestasjoner i stor grad utøves på en gitt prosent av vo_{2max} vil denne øvre grensen ha stor betydning for en utholdenhetsprestasjon (Bassett & Howley, 2000). Laktatterskel omtaler den intensiteten hvor produksjonen og fjerningen av laktat i blodet er lik (Svedahl & Macintosh, 2003). Videre spiller også laktatterskelen en rolle for

utholdenhetsprestasjoner ved at prosentandelen laktatterskelen utgjør av vo_2max bestemmer vo_2 opptaket som kan opprettholdes over lengre tid uten at produksjonen av laktat er større enn laktaten som kan fjernes (Bassett & Howley, 2000). Ved å ta utgangspunkt i to utøvere med samme vo_2max og hvor laktatterskelen utgjør samme prosentsats av vo_2max vil farten som kan opprettholdes på den anaerobe terskelen avgjøres av arbeidsøkonomi. Arbeidsøkonomi er et mål på hvor stort energibehov som oppstår ved et gitt submaksimalt arbeid som foregår på en gitt intensitet, det er altså et mål på hvor effektiv energi utnyttes (Barnes & Kilding, 2015). Det finnes hovedsakelig 3 begrensende faktorer for utholdenhetsprestasjoner (Bassett & Howley, 2000). Disse vil presenteres nærmere i de neste avsnittene.

2.2.1.1 VO₂ max

Tradisjonelt sett har vo_2max gjerne blitt omtalt som den mest sentrale faktoren som begrenser utholdenhetsprestasjoner (Beattie et al., 2014). For å forbedre vo_2max er det trening med høy intensitet som er av størst betydning (Helgerud et al., 2007). Bassett & Howley (2000) peker på at styrketrening ikke forbedrer VO_2max siden det er oksygenforsyningssystemet som begrenser maksimalt oksygenopptak, med hjertet som hoved begrensende faktor. Perifere faktorer slik som arbeidende muskulatur kan utgjøre en begrensing for vo_2max . Dette skjer når enkelte muskelgrupper belastes under arbeid som ikke inkluderer hele kroppen (Saltin et al., 1976). Ved å teste VO_2 max hos svømmere og syklister fant forskere ut at VO_2 max verdien var betydelig høyere når utøverne ble testet i sitt eget bevegelsesmønster. Kapasitet kan altså ikke nødvendigvis overføres på tvers av ulike bevegelsesmønster (Roels et al., 2005). Samtidig vet vi at det er vanlig at toppidrettsutøvere innenfor samme idrett i stor grad har tilnærmet like VO_2 max verdier (Schneider & Pollack, 1991).

2.2.1.2 Laktatterskel

Laktatproduksjon og laktatterskel reguleres av aktiviteten til de oksidative enzymene i musklene (Neufer, 1989). Hos trente individer er det mulig å observere en økning i antall mitokondrier i forhold til utrente individer (Coyle, 1995). Antall mitokondrier er i sin tur avgjørende for den totale enzymaktiviteten som finner sted i en muskel (Hollooszy & Coyle, 1984). En hypotese sier at laktatterskelen kan økes som prosentsats av vo_2max ved at et økt antall mitokondrier tar del i den aerobe energiomsetningen. Ved at flere mitokondrier rekrutteres kan ATP syntesen økes, imens ADP konsentrasjonen i hver mitokondrie synker, da produseres det tilstrekkelig ATP til å utføre et større arbeid enn tidligere (Hollooszy &

Coyle, 1984). Når konsentrasjonen av ADP i hver mitokondrie senkes er det muligens også mulig at fett i større grad brukes som energikilde (Holloszy & Coyle, 1984). Dette ville i så fall betyde at det kan utføres et større arbeid før 4,0 mmol grensen for laktat i blodet, som er definert som laktatterskelen, blir nådd. Likevel er det viktig å merke seg at laktatproduksjonen avhenger av sammensetningen av næringsstoffer i kostholdet på den aktuelle testdagen (Støa et al., 2020). Målemetoden som har blitt brukt mer i senere år går ut ifra en definisjon der laktatterskel defineres som en gitt verdi på 1,5-2,3 mmol over målt laktatverdi på oppvarming (Støa et al., 2020). Med denne metoden tas det også hensyn til sammensetningen av næringsstoffer i kosten, da laktat kun produseres gjennom forbrenning av karbohydrat i glykolysen er dette helt avgjørende (Helgerud et al., 2007). Oppsummert ser vi at noen mener laktatterskelen kan heves som prosent av VO_{2max} gjennom økt antall mitokondrier og bedre evne til å bruke fett som energikilde (Holloszy & Coyle, 1984). Imens andre peker på at laktatterskel sannsynligvis er en gitt prosent av VO_{2max} (Helgerud et al., 2007).

2.2.1.3 Arbeidsøkonomi

Foster & Lucia (2007) vektlegger at arbeidsøkonomi også er en sentral begrensende faktor for utholdenhetsprestasjoner, men som gjerne blir tilskrevet mindre verdi enn VO_{2max} og laktatterskel. Arbeidsøkonomi blir ofte beskrevet som et mål på hvor stort oksygenforbruk som kreves for å utføre et arbeid på en gitt intensitet (Jones & Carter, 2000). Samtidig vet vi at å øke 1RM, også kalt den maksimale styrken, kan sørge for en bedre arbeidsøkonomi ved at hvert steg i løping eller hvert tråkk i sykling krever en mindre prosentandel av 1RM for å utføre et gitt arbeid (Hoff et al. (2002), Sitert i Støren et al. 2008). Ved å sammenligne verdenseliten innenfor løping ser man at det er store forskjeller på prestasjon hos løpere fra sør-øst Afrika sammenlignet med spanske løpere til tross for at VO_{2max} og laktatterskel som prosent av VO_{2max} er tilnærmet lik (Lucia et al., 2006). Lucia et al. (2006) peker på at faktoren som skiller de sør-øst afrikanske løperne fra de spanske løperne er at de løper mer effektivt, det vil si at arbeidsøkonomien er bedre. Med utgangspunkt i to individer med samme VO_{2max} og der laktatterskel utgjør samme prosent av VO_{2max} kan vi likevel se forskjeller på submaksimale intensiteter ved at individene kan holde ulik fart på en gitt intensitet eller ulik intensitet ved et gitt arbeid. Dette skyldes at individene har forskjellig arbeidsøkonomi (Beattie et al., 2014). De fysiologiske mekanismene som fører til bedre arbeidsøkonomi, er ikke kartlagt fullstendig. Likevel antas det at en større aktivering av arbeidende muskulatur fører til at det kan skapes større kraft, eller at en mindre prosentandel av maksimal kraft brukes ved hvert steg/tråkk (Barnes & Kilding, 2015).

2.2.2 Maksimal styrketrening

Maksimal styrketrening er en styrketreningsmetode der det brukes høy belastning, få repetisjoner og lange pauser. Det legges samtidig vekt på maksimal innsats i konsentrisk fase (Hoff et al., 2007). Maksimal styrketrening fører først og fremst til en styrke økning som følge av neurale tilpasninger (Behm & Sale, 1993; Kraemer et al., 1996). Dette har blitt dokumentert ved at maksimal styrke øker uten økninger i muskeltverrsnitt (Loveless et al., 2005). Flere studier har vist at maksimal styrketrening er en effektiv treningsmetode for å øke maksimal styrke (1RM) (Hickson et al., 1988; Støren et al., 2008; Vikmoen et al., 2016). Fremgang i fysisk prestasjon er størst når trenings og testmetode er mest mulig lik, med tanke på styrketrening betyr dette at styrkeøvelsen må være mest mulig lik testøvelsen med tanke på bevegelsesmønster og bevegeshastighet for å få størst mulig effekt (Morrissey et al., 1995; Stone & Borden, 1997). Prinsippet som spesifisitet antas å være av ekstra stor betydning for maksimal styrketrening siden neurale tilpasninger er meget nært knyttet til bevegelsesmønster (Young, 2006).

2.2.2.1 Maksimal styrketrening og utholdenhetsprestasjoner

Det har blitt dokumentert at styrketrening ikke fremmer en høyere VO₂max verdi (Hoff et al., 2002; Vikmoen et al., 2016; Støren et al., 2008). Dette skyldes at under helkroppsarbeid som både sykling og løping, er ikke arbeidende muskulatur en begrensning for vo₂max (Richardson & Saltin, 1998). Grunnen til at perifere faktorer ikke er begrensende er at det er oksygenforsyningssystemet, som er hoved begrensningen for vo₂max (Bassett & Howley, 2000). Videre har det heller ikke blitt dokumentert at laktatterskelen økes som følge av styrketrening eller styrketrening kombinert med utholdenhetsstrening (Hoff et al., 2002; Vikmoen et al., 2016; Millet et al., 2002; Støren et al., 2008). På bakgrunn av dette har flere forskere pekt på at endringer i prestasjon i utholdenhetsidretter som følge av styrketrening i hovedsak skyldes forbedret arbeidsøkonomi, og at en økning i laktatterskelen med all sannsynlighet kan forklares gjennom bedre arbeidsøkonomi. (Sedano et al., 2013; Støren et al., 2008).

2.3 Forskning på feltet

Når det gjelder forskningen som allerede finnes på feltet, er det usikkerhet knyttet til om tung styrketrening vil føre til bedre utholdenhetsprestasjoner. I de fleste studiene som har forsket på løping, har det blitt pekt på at styrketreningen har en positiv effekt på utholdenhetsprestasjoner (Vikmoen et al., 2016). Forskningen som er gjort på feltet kan likevel ikke påpeke en slik sammenheng med sikkerhet. I enkelte studier finner man at økt styrke i beinmuskulatur, ikke nødvendigvis fører til bedre arbeidsøkonomi (Vikmoen et al., 2016). Når det gjelder sykling finnes det også en rekke studier som observerer en fremgang i sykkelprestasjon eller arbeidsøkonomi (Hickson et al., 1988; Koninckx et al., 2010; Sunde et al., 2010), men også her finnes det motstridende funn hvor denne effekten ikke kan observeres (Bishop et al., 1999), eller hvor en økning i arbeidsøkonomi kun kan observeres over laktatterskel (Loveless et al., 2005).

2.3.1 Knebøy og utholdenhetsprestasjoner

Det finnes en rekke studier som har undersøkt effekten av en knebøyintervensjon. En av disse studiene ble gjennomført av Koninckx et al. (2010). Her deltok 18 trente mannlige syklister i en 12 ukers intervensjon der de trente knebøy og beinpress med 8-12 repetisjoner, gjennomført 2-3 ganger i uken. Resultatet fra denne studien viste at styrketreningen førte til en forbedret prestasjon på en 30 minutters sykkeltest (Koninckx et al., 2010). Et annet forskningsforsøk ble gjennomført av Sunde et al. (2010). I denne studien gjennomførte 13 godt trente syklister 8 uker med maksimal styrketrening med knebøy. Resultatene fra denne studien viste at deltagerne forbedret 1RM i knebøy med 14,2% og en forbedring på 4,8% på arbeidsøkonomien i sykling (Sunde et al., 2010). En lignende intervensjon ble også utført av Støren et al. (2008) for å undersøke om de samme effektene kunne observeres under løping. I studien til Støren et al. (2008) gjennomførte 17 godt trente løpere 8 uker med maksimal styrketrening med knebøy som eneste øvelse i tillegg til sin normale løpetrening. Forskerne fant at arbeidsøkonomien hos deltagerne i intervensjonen økte med 5 % i gjennomsnitt når deltagerne holdt en fart på 70 % av $VO_{2\max}$. I tillegg til en forbedring av arbeidsøkonomien i løpingen, ble også 1RM i knebøy forbedret, og tid til utmattelse økte også. Det ble ikke avdekket noen endring i $VO_{2\max}$ eller kroppsvekt. Blant kontrollgruppen ble det ikke avdekket noen forbedring i noen av de nevnte parameterne ovenfor.

2.3.2 Maksimal styrketrening

Også knyttet til maksimal styrketrening finnes det mye forskning på feltet. I en studie av Rønnestad et al. (2010) ble det undersøkt hvordan styrketrening i tillegg til normal utholdenhetstrening påvirket 12 godt trente utøvere som drev med sykling på nasjonalt nivå. Halvparten av disse ble innlemmet i intervensjonen med både styrke- og utholdenhetstrening, mens den andre halvparten ble innlemmet i en kontrollgruppe. Kontrollgruppen gjennomførte i motsetning til utøverne i intervensjonen bare den vanlige utholdenhetstreningen på sykkel. Intervensjonsgruppen gjennomførte først styrketreningen 2 ganger i uken i til sammen 12 uker, før denne gruppen gikk over til å trene 1 gang i uken i en 13 ukers- konkurranseperiode. Det er viktig å nevne at styrketreningsmetoden dreide seg om hypertrofi i den første perioden, og gikk så over til maksimal styrketrening utover i treningsperioden. Intervensjonsgruppen hadde forbedringer i sykkelprestasjon og i faktorer avgjørende for prestasjon, både i sprint og i sykling over lenger tid. Dette var i motsetning til funnene hos kontrollgruppen (Rønnestad et al., 2010).

En annen studie har tatt utgangspunkt i et treningsopplegg med styrketrening i tillegg til målrettet utholdenhetstrening Johnson et al. (1997). I denne studien ble effekten av 10 uker med maksimal styrketrening i tillegg til utholdenhetstrening sammenlignet med kun utholdenhetstrening alene. Studien målte løpsøkonomi hos 12 godt trente løpere. Johnson et al. (1997) fant en signifikant økning i arbeidsøkonomi hos gruppen som kombinerte styrketrening og utholdenhetstrening, men ingen økning hos gruppen som kun trente utholdenhetstrening. Forskerne fant heller ingen spesielle endringer i VO_{2max} eller i kroppssammensetningen.

Det kan også virke som at intensiv sykling og løping til utmattelse kan bli forbedret med å følge et styrketreningsprogram (Johnson et al., 1997). Bakgrunnen for dette kan ifølge forskerne være at det kan føre til endringer i hva slags fibertype som blir rekruttert under øvelsen, at det har skjedd en endring eller omdanning av muskelfiberen, eller mønsteret for hvilke motoriske enheter som blir rekruttert (Johnson et al., 1997). En annen studie gjennomført av Hickson et al. (1988) undersøkte hvordan 8 trente subjekter innenfor løping og sykling ville respondere på 10 uker med maksimal styrketrening gjennomført 3 ganger i uken med forskjellige beinøvelser. Resultatet viser at styrketreningsintervensjonen førte til at tid til utmattelse ved 80% av vo_{2max} for sykling økte fra 71 til 85 minutter. I tillegg til dette økte prestasjonen på kortere utholdenhetsdistanser med henholdsvis 11% prosent for sykling

og 13% for løping (Hickson et al., 1988). Samtidig er det også viktig å nevne at lengre utholdenhetsprestasjoner (10km løping) ikke forbedret seg som følge av intervensjonen. I denne studien foreslås det at styrketrening kan føre til en større aktivering av raske muskelfibre, som kan være fordelaktig for prestasjonen på kortere utholdenhetsøvelser (Hickson et al., 1988).

Det finnes også studier som ikke kan peke på forbedret arbeidsøkonomi som følge av en styrketreningsintervensjon. En studie utarbeidet av Vikmoen et al. (2016) undersøkte effekten av maksimal styrketrening utført gjennom fire beinøvelser på 19 trente utholdenhetsutøvere over en periode på 11 uker. Resultatene i studien peker på at det hverken var forandring på arbeidsøkonomi eller 40 minutters løpetest. Dette skjedde til tross for en betydelig økning i 1RM på knebøy. Bakgrunnen for dette kan handle om at arbeidsøkonomien ikke ble forbedret, som også vil kunne ha noe å si for at prestasjonen på løpstesten på 40 minutter heller ikke ble forbedret. Innenfor sykling, finnes det også studier som peker på at styrketrening ikke nødvendigvis fører til økte utholdenhetsprestasjoner. I studien ble det undersøkt om 12 uker maksimal styrketrening med knebøy som øvelse ville ha en positiv effekt på prestasjon innen langdistansesykling. Deltagerne i denne studien var godt trente kvinnelige syklister (Bishop et al., 1999). Styrketreningen så ut til å ha effekt på øvelsen 1RM knebøy, og sørget dermed for økt styrke i benmuskulaturen. Dette førte likevel ikke til noen bedring innenfor prestasjon på langdistansesykling. En annen studie som undersøkte hvordan arbeidsøkonomi på sykkel påvirkes av et 8 ukers treningsprogram med forskjellige beinøvelser utført som maksimal styrketrening hos utrente menn fant at arbeidsøkonomien forbedret seg ved intensiteter over laktatterskelen, men at arbeidsøkonomien ikke endret seg på intensiteter under laktatterskelen (Loveless et al., 2005).

2.3.4 Forbedringer i teknikk

Forskning fra tidligere studier viser også at når det gjelder sykling, og når subjektene selv kan velge fritt hvor mange omdreininger per minutt (heretter RPM) vedkommende vil sykle med, vil omdreiningshastigheten ligge høyere, enn det som er mest energieffektivt (Hansen et al., 2002; Nielsen et al., 2004). Samtidig fant forskerne ut at en periode på 12 uker med tung styrketrening (2-12RM) for underkroppen førte til at subjektene økte 1RM i styrkeøvelsene. I tillegg til økt styrke, viste studien at subjektene senket RMP, noe som også førte til at energibehovet ble redusert (Hansen et al., 2007). Den forklarende årsaken til hvorfor denne endringen finner sted, blir ikke tydelig fremlagt i studien, men den peker på hva som kanskje

kan være noe av forklaringen. Slik vi forstår det, peker studien på at det kan skyldes forandringer som følge av styrketreningen, og at forandringer i nervesystemet muligens spiller en rolle. Studien gjennomført av (Hansen et al., 2007) kunne dessuten vise til en økning på 3% på arbeidsøkonomi målt på sykling. Med løping som bevegelsesform kan ikke den samme effekten observeres, her er skrittfrekvensen som velges når denne velges helt fritt optimal med tanke på å minimere energikostnaden (Zatsiorsky et al., 2000, s. 144).

Oppsummert viser denne oppgavens teoridel at det fortsatt er uklarhet rundt hvordan styrketrening påvirker utholdenhetsprestasjoner og arbeidsøkonomi innenfor løping og sykling. Selv om enkelte studier har vist positive effekter på disse områdene (Hickson et al., 1988; Johnson et al., 1997; Koninckx et al., 2010; Rønnestad et al., 2010; Støren et al., 2008; Sunde et al., 2010), er det også motstridende funn som tyder på at styrketrening ikke nødvendigvis forbedrer arbeidsøkonomi og utholdenhetsprestasjoner (Bishop et al., 1999; Vikmoen et al., 2016).

Basert på de motstridende funnene i eksisterende forskning ønsker denne oppgaven å undersøke nærmere hvordan en seks-ukers maksimal styrketreningsintervensjon med knebøy vil påvirke arbeidsøkonomi og utholdenhetsprestasjoner i både løping og sykling. Ved å gjennomføre en intervensjonsstudie, kan vi utforske om maksimal styrketrening kan ha positive effekter på prestasjonene i disse to ulike utholdenhetsidrettene. Metodedelen vil beskrive i detalj hvordan vi vil designe og gjennomføre denne studien for å besvare problemstillingen:

«Hvilken effekt vil en 6 ukers knebøyintervensjon med maksimal styrketrening ha på arbeidsøkonomi og utholdenhetsprestasjoner innenfor sykling og løping hos unge voksne.»

3. Metode

3.1 Forskningsdesign

Studien er en engruppe pre-test og post-test design med fysiske tester og spørreskjema som innsamlingsmetode (Araï et al., 2010, s. 222; Larsen, 2017, s. 51). Vi har gjennomført en 6 – ukers knebøyintervensjon. Denne knebøyintervensjonen består av maksimal styrketrening, og utholdenhetsprestasjonene blir målt gjennom tester innenfor løping og sykling. På tredemøllen

blir deltagerne målt på 3000 meter med 2 % stigning, mens det på sykkel blir gjort en 20 minutters test, der deltagerne skal sykle det de klarer i 20 minutter.

3.2 Populasjon og kriterier

Populasjonen i dette forskningsprosjektet er unge friske voksne (se tabell 1 for kriterier). For å komme i kontakt med denne populasjonen ble det brukt en blanding av kriteriebasert utvelgelse og snøballmetoden. Bekjente fra nærområdet og kontaktnettverket til forskerne som innfridde inklusjonskriteriene ble kontaktet med forespørsel om de ville delta i forskningsprosjektet. Hvis deltageren takket ja til å delta i forskningen ble det kartlagt om deltageren innfridde alle kriteriene før inklusjon. Etter at en deltager hadde blitt rekruttert ble andre aktuelle deltagere kartlagt ved å gjennomføre en samtale med de inkluderte deltagerne, på denne måten kunne flere potensielle deltagere kontaktes.

Tabell 1: inklusjons og eksklusjonskriterier

	Inklusjonskriterier	Eksklusjonskriterier
Alder	18 – 25 år	Under 18 eller over 25 år
Fysiske begrensninger	Ingen skader som begrenser deltagelsen	Har en skade som begrenser deltagelsen
Aktivitetsnivå	Driver ikke med idrett på høyere nivå	Driver med idrett på høyere nivå

3.3 Utvalg

Utvalget i studien var 7 personer i alderen 18-23 år, av disse var 3 kvinner og 4 menn (se tabell 2 for nærmere beskrivelse). Utvalget ble plukket ut på bakgrunn av inklusjonskriteriene deltagere som ikke drev med idrett på høyere nivå, og som var skadefrie. Aktivitetsnivået til deltagerne var 492,7 minutter i snitt per uke de siste 3 månedene før intervensjonstart (se tabell 3 for detaljer). Karakteristikk (vekt, høyde, alder, kjønn) og aktivitetsnivået for alle deltagerne ble samlet inn gjennom et skjema som ble fylt ut på forhånd av pre-testen (se vedlegg C). Vi var til stede når skjemaet ble fylt ut, slik at eventuelle spørsmål kunne besvares, og hvis deltagerne ikke selv visste vekt eller høyde var det mulighet for å måle dette på stedet. I tillegg ble også vekt målt i etterkant av intervensjonen. Dette var ikke planlagt på forhånd og var en variabel vi ønsket å ta med for å kunne diskutere funnene, vekten til

deltagerne ble derfor samlet inn ved at deltagerne selv målte sin vekt og sendte denne til oss elektronisk.

Tabell 2: beskrivelse av karakteristikkene til utvalget

Variabler	Intervensjonsgruppe (n=7). 3 jenter og 4 gutter
Alder (år)	21 ± 1,69
Vekt (kg)	83,5 ± 21,97
Høyde (cm)	177,8 ± 9,70

3.4 Intervensjonen

Under treningsperioden som varte i seks uker totalt, skulle deltagerne prøve å holde treningsnivået utenom knebøyprogrammet konstant med den treningsmengden de hadde før treningsperioden startet. For å kontrollere aktivitetsnivået til deltagerne underveis i perioden, ble det utarbeidet et skjema som hver enkelt skulle fylle ut etter treningsperioden (Se vedlegg A). Her skulle deltagerne fylle inn hvor mange økter de gjennomførte totalt i løpet av perioden, samtidig som annen aktivitet utenom knebøyprogrammet skulle registreres i forskjellige kategoriene lav/moderat intensitets utholdenhetstrening (heretter lav/moderat), høy intensitets utholdenhetstrening (heretter høy), styrketrening og annen trening. For å avdekke forskjellen mellom aktivitetsnivået før intervensjonen og etter intervensjonen, ble knebøyøktene som inngikk i intervensjonsdelen også inkludert. Vi tok da de 10 minuttene som skulle fungere som generell oppvarming (løping, sykling) og regnet det som lav/moderat utholdenhetstrening, og 20 minutter som styrketrening i uka.

Knebøyintervensjonen innebærer maksimal styrketrening, der deltagerne skulle gjennomføre 4 serier med 5 repetisjoner (se vedlegg B for treningsprotokoll). Belastningen var på 5 RM, altså på en sånn belastning at deltagerne klarte 5 repetisjoner, men at det ikke hadde vært mulig å gjennomføre 6 repetisjoner. Mellom seriene skulle det være en 3 minutters pause. Deltagerne skulle etterstrebe og trene 3 ganger i uken i løpet av de totalt 6 ukene. Med maksimal styrketrening er det normalt å trene med en belastning som tilsvarer 1-5RM (Raastad, 2010, s. 123). Siden deltagerne i denne studien er unge voksne som ikke driver med idrett på høyere nivå, og som har varierende erfaring med styrketrening skal deltagerne trene 5RM, altså i øvre sjiktet av repetisjonsspekteret for maksimal styrketrening. 5RM ble valgt

siden skaderisikoen er lavere ved flere repetisjoner hos utrente individer, blant annet på grunn av at dette stiller færre krav til teknisk utførelse og støttemuskulatur (Raastad, 2010, s. 122).

3.5 Målemetoder

Ved å undersøke bidraget fra ulike energisystemer på 3000 meter løping fant forskere ut at 86% av energien for menn og 94% av energien kom fra aerobe energisystemer (Duffield et al., 2005). Ved å undersøke variabler som var sentrale for løpsprestasjon på ulike distanser hos mellomdistanse-løpere bekreftet forskere også at prestasjonen på 3000 meter løping i all hovedsak bestemmes av aerob kapasitet (Mpholwane, 2008). På bakgrunn av dette har vi valgt 3000 meter løping som test for løping. Dessuten har vi for sykling valgt en 20 minutters sykkeltest, siden dette i de fleste tilfeller vil tilsvare omtrent samme varighet som løpstesten.

Pre-testene ble gjennomført i forkant av treningsintervensjonen. Det ble testet i 1 RM knebøy, 3000 meter og 20 minutters sykkeltest. Etter treningsperioden var over, ble de samme testene gjennomført på nytt, altså post-testing, for å analysere om det hadde skjedd en endring. De forskjellige testene ble gjennomført på forskjellige dager, med minimum 1 dag og maksimum 6 dager med hvile mellom hver test. Før testingen ble gjennomført, ble deltagerne informert om at de i størst mulig grad skulle følge sin vanlige rutine. Dette handlet om å holde søvnnivået så normalt som mulig, spise et lett måltid, samt unngå trening 24 timer før testene. deltagerne ble også informert om at de skulle prøve å benytte det samme treningsutstyret på pre-test og post-test.

3.5.1 3000 meter løpetest

I forbindelse med testingen på sykkel og tredemølle, ble det også gjennomført en test for arbeidsøkonomi. På tredemøllen (Circle Fitness m8S) ble farten stilt til 8 km/t, og stigningen ble satt på 2 %. deltagerne skulle løpe på denne hastigheten i 10 minutter, og pulsen ble målt med pulsbelte fra det 9. minuttet og hvert 10. sekund frem til det 10. minuttet. Det ble brukt 2 ulike polar pulsbelter (Polar H1 og Polar H7) som ble koblet opp mot tredemøllen, dette ble gjort fordi signalet noen ganger var svakt, eller pulsbeltene viste stor variasjon i pulsverdier, slik at det måtte byttes pulsbelte. Pulsen ble notert på et ark, og deretter ført over til et dokument med oversikt over pulsverdiene til alle deltagerne.

I ett av tilfellene ble det gjort en vurdering underveis, at en av deltagerne ikke klarte å holde denne farten i 10 minutter, og farten ble dermed skrudd ned de første minuttene. Det ble bestemt at fra det 7. minuttet måtte farten tilbake til 8 km/t og med 2 % stigning for at testen skal være gyldig. Hos en av deltagerne var det også vanskeligheter med pulsen, da pulsbeltet sluttet å fungere midt i det 9. minuttet, det ble i dette tilfellet besluttet at deltageren skulle løpe 5 nye minutter før testen ble gjentatt.

Etter de fem minuttene der deltagerne selv fikk bestemme farten på tredemøllen, startet selve 3000-meter testen. Når tiden startet, skulle stigningen fortsatt være satt på 2 %. Løping på tredemølle med stigning sammenlignet løping uten stigning fører nemlig til større muskelaktivering, mindre belastning som reduserer skaderisiko og kompenserer for luftmotstand som ville vært tilstede ved løping utendørs (Jones & Doust, 1996; Roussos et al., 2019; Seki et al., 2020; Williams et al., 2020). Deltagerne stod under testen fritt til å bestemme egen fart, helt til han/hun har nådd 3000 meter. Deltagerne fikk på forhånd beskjed om at de kunne be de ansvarlige for forskningsprosjektet om å stille farten for dem.

3.5.2 20 minutter sykkeltest

I sykling var testingen for arbeidsøkonomi noe ulik fra løpingen. Sykkelen (Monark LC4) ble stilt inn til en motstand på 130 watt, og i tillegg skulle deltagerne forsøke å holde omdreininger per minutt på 80 gjennom de 10 minuttene. Pulsen ble på samme måte som ved løpingen målt det siste minuttet, og hvert 10. sekund fra 9.00 og til 10.00 (altså 7 målinger totalt). Ved testing av sykkel ble det kun brukt ett Garmin pulsbelte (Garmin HRM3-SS) som ble koblet opp til ergometersykkelen. Når de ti minuttene var over, kunne testpersonen selv vurdere hvor mye motstand man ville sykle med i fem minutter, før selve testen på 20 minutter startet. Også i denne testen ble det gjort vurderinger underveis om at dersom det ble for tungt for enkelte av deltagerne å holde den gitte verdien for watt, kunne denne bli justert de første minuttene av oppvarmingen. Men fra og med det 7. minuttet, skulle det være 130 watt, og omdreininger per minutt, skulle ligge så nærme 80 som mulig. Dette tiltaket måtte fattes for en av deltagerne.

Etter de fem minuttene der testpersonene fikk holde den farten de ville på sykkelen, startet testen på 20 minutter. Når de 20 minuttene startet, stod testpersonene helt fritt til å velge ønsket fart gjennom de 20 minuttene. I likhet med løpetesten ble deltagerne informert om at

de kunne gi de ansvarlige for forskningsprosjektet beskjed om å stille wattverdien til ønsket motstand for dem.

3.5.3 1RM knebøy test

1RM, som vil si hvor mye man maksimalt kan løfte i ett løft i knebøy, ble gjennomført med både generell og spesiell oppvarming. Den generelle oppvarmingen ble gjennomført med bruk av ergometersykel, tredemølle, romaskin eller lignende i 10 minutter, og deretter spesiell oppvarming etterpå. Den generelle oppvarmingen skulle tilsvare omtrent 70% av makspuls, og ble målt med pulsklokke for å kontrollere at alle deltagerne hadde lik oppvarming. Den spesielle oppvarmingen ble gjennomført med et oppvarmingssett med 8 repetisjoner med 40% av antatt 1RM. Etter at dette var gjennomført, hadde deltagerne en 3 minutters pause, før det ble gjennomført et nytt oppvarmingssett med 6 repetisjoner med en belastning som tilsvarer 60% av 1RM. Etter de to oppvarmingssettene fulgte en ny 3 minutter lang pause før vaktbelastningen gradvis ble økt. Dersom deltageren klarte 2 repetisjoner av den gitte vaktbelastningen, ble belastningen økt. Underveis ble det gjort sikring, enten av 2 personer, eller i form av sikring som allerede fantes i vektapparatet. For at repetisjonen skulle være godkjent måtte deltagerne utføre repetisjonen i kontrollert tempo og ned til en vinkel der låret og leggen sto 90 grader i forhold til hverandre.

3.6 Etiske vurderinger

Slik som ved all aktivitet er det viktig å merke at styrketrening kan være forbundet med økt risiko for skade (Lavalley & Balam, 2010). For å unngå skader under testing og underveis i treningsperioden, ble det gjort ulike tiltak. Det ene tiltaket som ble gjort, handlet om at riktig teknisk utførelse ble gjennomgått. I tillegg var vi som ansvarlige for forskningsprosjektet til stede når deltagerne skulle testes, og under den første treningsøkten. Her var det også åpent for deltagerne å stille spørsmål og få svar på disse. I forkant av forskningsprosjektet ble det sendt inn søknad til SIKT for å få tillatelse til å behandle personvernsopplysninger.

Deltagerne ble ved innvielsen i forskningsprosjektet informert skriftlig om alle testene og gjennomføringen av treningen i studien, og det ble hentet inn skriftlig samtykke fra hver enkelt av dem (se vedlegg D for invitasjon til deltagelse). Deltagerne ble også informert om at de når som helst kunne velge å avbryte deltagelsen i prosjektet uten grunn, eller få innsyn, slettet eller rettet personopplysninger. Personopplysningene om deltagerne ble hele tiden oppbevart på en sånn måte at de var utilgjengelig for andre personer enn oss som var

ansvarlige for prosjektet. Deltagerne ble også gitt fiktive kallenavn ved besvarelsen av spørreskjemaer og notering av testresultater. Identifikatorer ble oppbevart separat fra spørreundersøkelsene og testresultatene. Hver av deltagerne fikk et slikt «kallenavn» med et tall bak for å skille deltagerne sine besvarelser, slik at besvarelsene og resultatene kunne sammenlignes på ulike tidspunkt. I selve oppgaven anonymiseres resultatene, slik at ingen enkeltpersoner kan kjennes igjen. Etter at prosjektet ble avsluttet ble også opplysningene knyttet til studien slettet. Vi som var ansvarlige for prosjektet hadde også taushetsplikt overfor forvaltningsloven § 13 som vi måtte forholde oss til.

3.7 Analyse av data

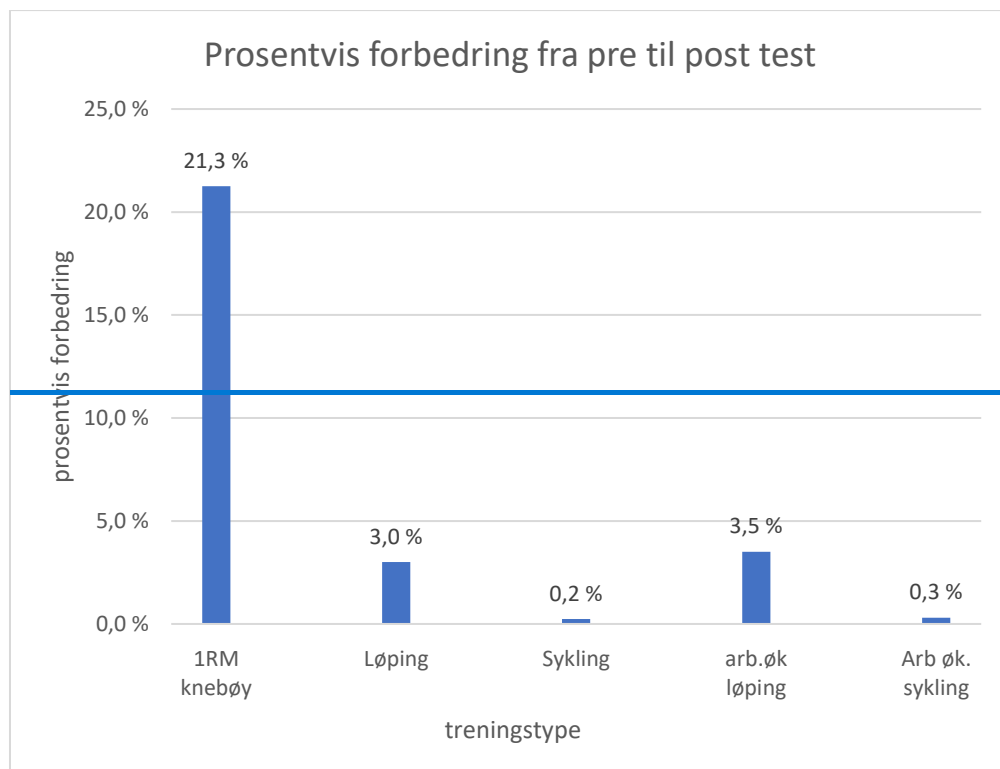
Alle data fra spørreskjema, treningslogg og testresultater ble først notert ned på ark enten av oss eller deltagerne i studien. Deretter ble datamaterialet lagt inn i Excel (Version 2304 Build 16.0.16327.20200) for videre behandling av dataene. I Excel ble det regnet ut gjennomsnitt og standardavvik for utvalgs karakteristikk, aktivitetsnivå, gjennomføringsprosent og testresultater. Figurer ble opprettet i Excel og eksportert til denne oppgaven, andre data ble eksportert til Word for å presenteres i tabeller. Utenom dette ble Cohen's *d* effektstørrelser regnet ut ved bruk av online kalkulatoren laget av Social Science Statistics (u.å.). Funnene ble klassifisert i henhold til den vanlige inndelingen av effektstørrelser, der effektstørrelser under 0,2 regnes som liten effekt, effektstørrelser mellom 0,2 og 0,5 regnes som moderat effekt, og effektstørrelser mellom 0,5 og 0,8 regnes som stor effekt (Aarts et al., 2014). Dessuten valgte vi å legge til en ytterligere kategori der effektstørrelser under 0,1 regnes som svært liten for å skape en mer nøyaktig inndeling.

4. Resultater

Resultatene viser at intervensjonen førte til en moderat effekt på deltagerne sin maksimale styrke (1RM) i knebøy (0,58). Videre var det mulig å observere en liten effektstørrelse på utholdenhetstesten i løping (0,20) og også en liten effektstørrelse i den tilhørende arbeidsøkonomitesten i løping (0,30). Med tanke på utholdenhetsprestasjonen knyttet til sykling var det mulig å observere en svært liten effektstørrelse (0,01) og i den tilhørende arbeidsøkonomitesten i sykling også en svært liten effekt (0,03). Testresultater med gjennomsnitt og standardavvik finnes i tabell 4, mens prosentvis forbedring fordelt på de ulike

testene presenteres i figur 1. Videre viser det seg at deltagerne økte omdreiningshastigheten med 6,1% fra pre-test til post-test, dette utgjorde en økning på 5,7 omdreininger i minuttet.

Figur 1: Oversikt over den prosentvise forbedringen fra pretest til posttest for arbeidsøkonomitester og utholdenhetstester.



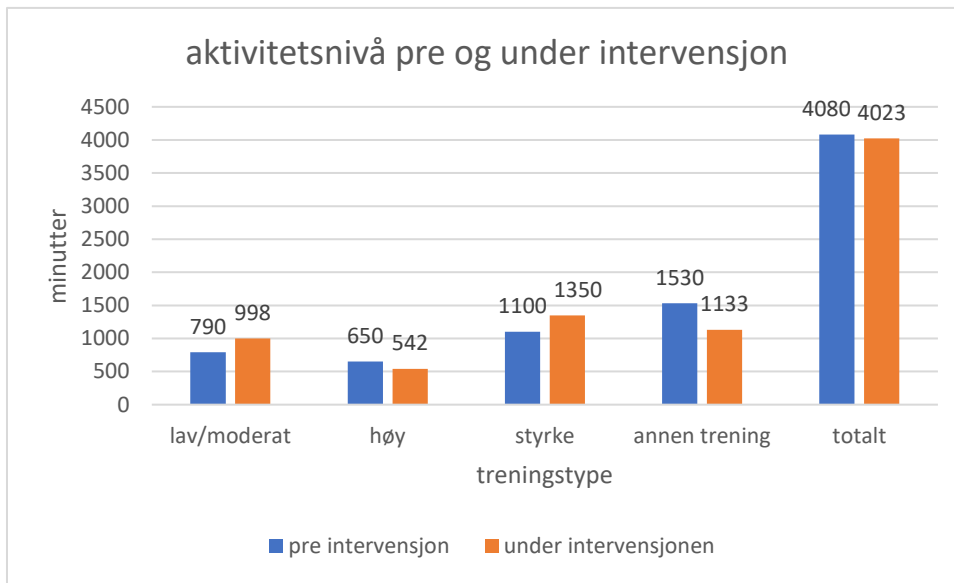
Tabell 4: Oversikt over testverdier for arbeidsøkonomitester og utholdenhetstester i løping og sykling. Det første tallet er gjennomsnitt, imens tallet som følger etter “±” er standardavvik.

Variabler	Pre-test	Post-test
Knebøy 1RM (kg)	91,14 ± 32,28	110,51 ± 34,28
Løping (minutter)	17,88 ± 2,44	17,35 ± 2,76
Sykling (newtonmeter)	16,16 ± 3,81	16,20 + 2,80
Arb. øk løping (HR)	150,78 ± 11,34	145,54 ± 21,59
Arb. øk sykling (HR)	159,32 ± 18,63	158,79 ± 12,24

Deltagerne gjennomførte i gjennomsnitt 65% (±10%) av intervensjonsøktene. Med tanke på aktivitetsnivået til deltagerne var det mulig å observere en liten nedgang fra 4080 til 4023 (1,40%) minutter total aktivitet per uke mellom pre intervensjon og under intervensjonen. Samtidig var det mulig å observere en liten økning i antall minutter Lav/moderat trening og

styrketrening, imens både høy intensitetstrening og annen trening hadde en reduksjon (se figur 2 for detaljert oversikt). Vekten til deltagerne var i gjennomsnitt $83,5 \pm 21,97$ kg målt før intervensjonen og $83,7 \pm 22,34$ kg målt etter intervensjonen, og viste derfor en stabil utvikling med en minimal økning i vekt.

Figur 2: oversikt over antall minutter trening per uke summert for deltagerne, grafene inkluderer intervensjonsøktene.



5. Diskusjon

Hovedfunnene fra resultatet var at deltagerne hadde en fremgang i maksimal styrke i knebøy tilsvarende en moderat effektstørrelse ($d = 0,58$). Videre var det en liten forbedring i arbeidsøkonomitesten for løping ($d = 0,30$), samt en liten forbedring i utholdenhetsprestasjonen i løping ($d = 0,20$). Når det gjelder sykling, var effekten av intervensjonen på arbeidsøkonomitesten ($d=0,03$) og utholdenhetstesten ($d=0,01$) svært liten. Deltakerne gjennomførte i gjennomsnitt 65% ($\pm 10\%$) av intervensjonsøktene. Med tanke på aktivitetsnivået til deltakerne var det mulig å observere en liten nedgang fra 4080 til 4023 (1,40%) minutter total aktivitet per uke mellom pre-intervensjon og under intervensjonen. Samtidig var det mulig å observere en liten økning i antall minutter med lav/moderat trening og styrketrening, mens både høyintensitetstrening og annen trening hadde en reduksjon (se figur 2 for detaljert oversikt).

5.1 Arbeidsøkonomi og utholdenhetsprestasjoner

Med tanke på forholdet mellom arbeidsøkonomi og utholdenhetsstestene for både løping og sykling legger vi merke til at forbedringen på arbeidsøkonomitestene som prosentatsats er nærmest proporsjonal med den tilhørende utholdenhets testen (se figur 1). Dette var et forventet funn siden en økning i arbeidsøkonomi i utgangspunktet skal føre til at farten på laktatterskel øker (Beattie et al., 2014). Videre observeres det at både arbeidsøkonomi og utholdenhetsprestasjonen i løping økte i større grad enn sykling (se figur 1). En mulig forklaring på hvorfor løping økte i større grad enn sykling kan være at deltagerne fikk en enda større økning i relativ muskelstyrke enn økningen som kan observeres for maksimal styrke. En enda større økning i relativ muskelstyrke er nemlig med sannsynlighet mer avgjørende i idretter som løping hvor kroppsvekten må transporteres enn sykling på ergometersykkel der kroppsvekten ikke må transporteres. Siden kroppsvekt ble registrert og viste en stabil utvikling med en økning på kun 0,2 kg (0,24%) kan vi med stor sannsynlighet konkludere med at den relative muskelstyrken til deltagerne økte. Dette skyldes at 1RM økte med 21,3% samtidig som at vekten kun økte med 0,24%. Dette er i tråd med tidligere forskning som foreslår at maksimal styrketrening først og fremst fører til endringer gjennom neurale tilpasninger fremfor større muskulært volum (Behm & Sale, 1993; Kraemer et al., 1996). Selv om en økning i relativ muskelstyrke med all sannsynlighet kan fastslås, er det likevel viktig å merke seg at økt beinstyrke og en stabil vekt ikke gjør det mulig å slå fast en økning i relativ styrke med sikkerhet. Dette skyldes at muskelstyrke i overkroppen ikke ble målt.

5.2 Spesifisitet

Økningen i 1RM som følge av en styrketreningsintervensjon med vekt på maksimal styrketrening var forventet, og i tråd med funn fra tidligere studier (Bishop et al., 1999; Støren et al., 2008; Sunde et al., 2010). Likevel var det overraskende at utholdenhetsprestasjonene bare forbedre seg med en liten effekt i løping og svært liten effekt i sykling. En forklaring på hvorfor 1RM økte i større grad enn utholdenhetsprestasjonene kan være at økt styrke i knebøy ikke nødvendigvis er overførbart til sykling og løping, da styrkefremgang i stor grad er avhengig av størst mulig spesifisitet (Stone & Borden, 1997). Spesielt med tanke på at intervensjonen besto av maksimal styrketrening der neurale tilpasninger står i sentrum (Behm & Sale, 1993) er dette en sannsynlig forklaring, siden disse fysiologiske endringene er særlig avhengig av spesifisitet (Young, 2006). Selv om kontraksjonshastighet ikke ble målt i denne studien er det fornuft å anta at kontraksjonshastigheten under maksimal styrketrening er

betydelig langsommere enn kontraksjonshastigheten under løping og sykling. Bishop et al. (1999) betrakter også denne forskjellen i kontraksjonshastighet mellom maksimal styrketrening og sykling som en mulig forklaring på at lav spesifisitet kan være grunnen til at maksimal styrke øker i større grad enn utholdenhetsprestasjoner.

5.3 Betydningen av aktivitetsnivå utenom intervensjon

Videre er det også viktig å ta med i betraktningen at utholdenhetsprestasjoner kan påvirkes av fysiologiske endringer knyttet til både vo2max, laktatterskel og arbeidsøkonomi (Bassett & Howley, 2000). Siden aktivitetsnivået gikk ned med 1,4% samtidig som høyintensitets utholdenhetstrening hadde en reduksjon på 16,6% i gjennomsnitt (figur 2) er det mulig å tenke seg at aktivitetsnivået utenfor intervensjonen kan ha skyld i at utholdenhetsprestasjonene i begge utholdenhetsidrettene ikke forbedret seg i større grad. Høyintensitetstrening er spesielt viktig for å trene vo2max (Helgerud et al., 2007), og mindre trening med høy intensitet er derfor en faktor som kan ha ført til at deltagerne fikk en lavere vo2max i løpet av intervensjonsperioden. Det er likevel ikke mulig å si sikkert om det har skjedd en nedgang i vo2max, da studien ikke målte vo2max.

5.4 1RM styrke og arbeidsøkonomi

Resultatene viser en tydelig økning i 1RM på knebøy, imens arbeidsøkonomien på løping og sykling hadde en liten og en svært liten effekt (se figur 1). En måte å tolke dette funnet på er at 1RM økte i større grad enn arbeidsøkonomien fordi arbeidsøkonomi ble målt under laktatterskel. Tidligere forskning peker nemlig på at arbeidsøkonomien har endret seg som følge av styrketrening på intensiteter over laktatterskel, men at den samme effekten ikke kan observeres under laktatterskel Loveless et al. (2005). For å undersøke om dette er tilfellet trengs det forskning som måler arbeidsøkonomi på flere intensiteter, både under og over laktatterskel.

5.5 Lengden på intervensjonen og gjennomføringsprosent

Forskere som har sett på maksimal styrketrening på utholdenhetsprestasjoner tidligere peker på at varigheten på intervensjonen og treningsvolum kan være en faktor som har stor betydning for hvorvidt en effekt kan observeres, og hvor stor denne effekten er (Bishop et al., 1999). Deltagerne gjennomførte 67% av intervensjonsøktene, dette er et relativt stort avvik fra det planlagte treningsvolumet. Dessuten varte denne intervensjonen kun i 6 uker. Både et lavt

antall gjennomførte intervensjonsøkter og en kortvarig intervensjonsperiode er mulige forklaringer på hvorfor det ikke kunne observeres større endringer knyttet til arbeidsøkonomi og utholdenhetsprestasjoner. Med tanke på intervensjonen sin varighet er det er påfallende at alle studier bekjent av tittelforfattere som har vist en positiv effekt tidligere har hatt en varighet på mellom 8 og 12 uker (Johnson et al., 1997; Koninckx et al., 2010; Rønnestad et al., 2010; Støren et al., 2008; Sunde et al., 2010). Denne studien bekrefter likevel at en svært liten effekt i arbeidsøkonomi og utholdenhetsstest i sykling og en liten effekt i arbeidsøkonomi og utholdenhetsstest i løping kunne observeres allerede etter 6 uker. På bakgrunn av dette er det også fornuftig å anta at dersom intervensjonene hadde vært lenger, kunne effektstørrelsen økt mer enn det som kunne observeres i dette prosjektet.

5.6 Tråkkfrekvens

Det som kan forklare at deltagerne i studien viste en vesentlig økning i styrke på 1RM knebøy, men ikke viste noen særlig forbedring fra pre-test til post-testen i sykling, kan ha med RPM å gjøre. Som vist i resultatdelen gikk RPM opp med 6 % fra pre-test til post-test. Funn fra studien til (Hansen et al., 2007) viser at det å sykle med høyt antall RPM, er svært lite gunstig med tanke på arbeidsøkonomisk effektivitet. I aktiviteter som sykling spiller også energiforbruket en sentral rolle, og ettersom de fleste syklet med flere RPM på post-testen, kan dette være en forklaring på hvorfor enhetene ikke klarte å utnytte styrke økningen i beina. I studien til Hansen et al. (2007) ble det også undersøkt om styrketrening hadde en effekt på RPM. Resultatene viste at økt styrke i bein førte til at deltagerne brukte færre RPM ved post-testen, enn det de gjorde ved pre-testen. Dette er altså ikke i tråd med funnene fra denne studien, som var overraskende. Bakgrunnen for at vi ikke kunne se den samme endringen, selv om deltagerne hadde en økning i beinstyrke er uviss. Én forklaring kan være at styrketreningsmetodene i de to ulike studiene ikke er den samme, og at dette kan ha påvirket utfallet. I studien til Hansen et al. (2007) ble også hypertrofi styrketrening inkludert i første del av treningsperioden, noe som ikke var tilfelle i vår studie. Kanskje hadde den samme endringen også blitt sett, om vi hadde brukt den samme treningsmetoden. Som det er nevnt ovenfor bidrar maksimal styrketrening i hovedsak til økt styrke gjennom neurale tilpasninger. Dermed blir ikke størrelsen på selve muskelen påvirket i særlig grad (Behm & Sale, 1993; Kraemer et al., 1996). Gjennom hypertrofitrening vil man kunne påvirke denne endringen i stor grad (Behm & Sale, 1993; Kraemer et al., 1996). Muligens kan økning i muskelvolum ha noe å si for hvor mange RPM man sykler med. Kanskje kan dette også forklare hvorfor vi

ikke kunne se den samme endringen fra testene som i studien til Hansen et al. (2007). I studien til Hansen et al. (2007), blir det heller ikke konkludert med at det er økningen i styrke som fører til nedgangen i RPM. Det blir her pekt på at det er en mulighet for at det er fysiologiske endringer som følge av styrketreningen som en forklaring på endringen. Ettersom styrketreningsmetodene er ulike i de to ulike studiene, kan styrketreningsmetoden i Hansen et al. (2007) ha vært mer effektiv enn vårt treningsprogram for å redusere RPM.

5.7 Styrker og svakheter ved studien

I forholdet mellom styrker og svakheter ved en studie, spiller validiteten og reliabiliteten av datamaterialet som er samlet inn, en sentral rolle. Validitet kan deles inn i 3 former, begrepsvaliditet, intern validitet og ytre validitet (Johannessen et al., 2016, s. 44). Begrepsvaliditeten handler om at studien faktisk måler det den er ute etter å måle. Intern validitet kan betraktes som sammenhengen mellom det man undersøker og forsøker å finne svar på, og de dataene som er samlet inn (Johannessen et al., 2016, s. 256). Ytre validitet kan også kalles overførbarhet, og handler om at resultatene fra en studie også kan ha overføringsverdi overfor andre liknende studier (Johannessen et al., 2016, s. 257). Reliabilitet handler om dataene sin nøyaktighet, eller troverdighet. Høy reliabilitet innebærer at hvis den samme datainnsamlingen hadde blitt gjennomført på et annet tidspunkt hadde resultatene vært de samme (Larsen, 2017, s. 94). Reliabiliteten i denne type studier preges naturligvis av at de foregår i et åpent miljø, hvor alle deler av deltagerne sine hverdager kan være med å påvirke resultatet.

Med tanke på validitet, er utvalgsmetoden som er brukt i denne sammenhengen en mulig kilde til lavere ytre validitet. Bakgrunnen for dette handler om utvalgsmetoden som er brukt. Deltagerne i studien ble hovedsakelig rekruttert gjennom kriteriebasert utvelgelse, og snøballmetoden (Johannessen et al., 2016, s. 64). Det gjorde også at utvalget ikke ble trukket tilfeldig fra populasjonen. Ved å bruke slike utvalgsmetoder, kan utvalget ende opp med å ha andre karakteristikk enn det som finnes i populasjonen ellers. Det er blant annet mulig at utvalget har en annen treningsbakgrunn eller er mer aktiv enn resten av populasjonen, fordi deltagerne er bekjente fra idrettsstudie og organisert idrett. Utvalgsmetoden som er valgt i denne studien er en ikke-sannsynlighetsutvelgelse, dette sørger for lav overførbarhet. Samtidig har vi valgt å samle inn ulike karakteristikk ved utvalget, dette gjør at vi kan beskrive karakteristikkene til de deltagerne som dette funnet er gyldig for. Dette er noe som til

en liten grad kan føre til overførbarhet til enkelte populasjonsgrupper der karakteristikene er kjent.

En annen faktor som kan ha påvirket validiteten av dataene som er samlet inn, er at det ikke har blitt brukt en kontrollgruppe i studien. Å ikke inkludere en kontrollgruppe i studien, innebærer at man ikke har noe grunnlag for å konkludere med at det er selve intervensjonen som har ført til en effekt. Hadde en kontrollgruppe blitt brukt, hadde man kunne sammenligne intervensjonsgruppen med hva som skjedde med personer som ikke ble utsatt for intervensjonen (Araï et al., 2010, s. 221). Uten en kontrollgruppe, blir det også mer utfordrende å kunne slå fast med sikkerhet hvilke faktorer som har ført til endringen (Araï et al., 2010, s. 222). På den andre siden er det en styrke ved denne studien at karakteristikene til utvalget ble kartlagt, særlig for å se på hvor stor variasjon som fantes innad i utvalget.

Med tanke på reliabiliteten til datamaterialet som er samlet inn, finnes det flere faktorer som kan ha hatt påvirkning. Én av disse faktorene og som kan hatt negativ påvirkning, er at testgjennomføringen ikke gikk som planlagt. Under pre-testingen kunne vi se at oppvarmingshastigheten ble før høy for enkelte av deltagerne, som gjorde at vi måtte gjøre justeringer. Hastigheten på løpingen ble derfor redusert og motstanden på syklingen måtte settes ned for de som følte at det ble for tungt/anstrengende. Utvalgets fysiske form, men også at den fastsatte hastigheten/motstanden kunne vært lavere var utslagsgivende for at slike tilpasninger måtte gjøres. Justeringen gjorde også at testprotokollen ikke ble identisk for alle deltagerne. Én slik faktor gjør det definitivt utfordrende med tanke på lik testing senere, særlig om personer utenfra skulle prøvd å gjenta den samme testprosedyren. På den andre siden var utvikling på individnivå det viktigste for vår del, fremfor sammenligning av individene. For å forsøke å opprettholde reliabiliteten valgte vi å følge de samme testprosedyrene som vi gjorde ved pre-testingen, der justeringene også ble gjort ved post-test. Dette for å sørge for så like testforhold på individnivå som mulig, ettersom ikke alle klarte å gjennomføre på den samme måten.

Reliabiliteten i denne studien påvirkes av at denne type forskning er kostnadskrevende og tidskrevende å gjennomføre i et lukket miljø, noe som ville vært ideelt. På grunn av tids- og kostnadshorisonten som følger med en bacheloroppgave, foregår forskningen i et åpent miljø. På denne måten vil det ikke være mulig å gjøre denne forskningen fullt kontrollert, uten at noen faktorer vil kunne påvirke resultatet. Dette gjør dermed at reliabiliteten for

datamaterialet kan ha blitt svekket (Larsen, 2017, s. 47). For å begrense ytre variabler som har påvirkning på resultatet ble det utarbeidet prosedyrer for gjennomføring av testing og selve intervensjonen. Dessuten styrker det reliabiliteten at forskerne var til stede ved all testing, og at deltagerne fikk en veiledningstime for å forklare teknikk og riktig utførelse av intervensjonen. Til tross for at forholdene ble kontrollert under testing og selve treningen finnes det mange andre faktorer i deltagerne sitt liv som kan ha påvirkning. Dette kan handle blant annet handle om søvn, kosthold og sosiale relasjoner. At det ble utarbeidet et treningsloggskjema som inneholdt gjennomførte intervensjonsøkter og annen trening som deltagerne skulle fylle ut, er også positivt for å styrke reliabiliteten. Dette for å undersøke om det er eventuelle andre faktorer utenom intervensjonen som har påvirket resultatet.

En annen faktor som kunne vært med på å styrke reliabiliteten for datamaterialet som er samlet inn, var om vi også testet VO₂max i tillegg til bruk av pulsbelte. Dette handler om at VO₂max er en av de begrensende faktorene innenfor utholdenhetsprestasjoner. Hadde man dermed målt denne verdien, kunne man også utelukket om VO₂max hadde spilt en rolle for forbedringen eller ikke. I løpet av testingen måtte vi også ta i bruk andre pulsbelter fordi det var noe varierende hvilket pulsbelte som fungerte. Dette er også noe som kan hatt påvirkning på reliabiliteten til dataene i negativ forstand. Med riktig utstyr kan VO₂max også måles presist (Enoksen et al., 2013, s. 23). I denne sammenhengen kunne det også vært med å styrke reliabiliteten i datamaterialet når vi måtte bruke flere ulike pulsbelter i testingen.

Varigheten til intervensjonen i dette forskningsprosjektet er en mulig faktor som begrenset hvor stor endring det var mulig å observere på utholdenhetsprestasjoner og arbeidsøkonomi. De fleste studiene som har sett på styrketrening knyttet opp mot utholdenhetsprestasjoner og arbeidsøkonomi tidligere har hatt en varighet på 8-12 uker (Koninckx et al., 2010; Rønnestad et al., 2010; Støren et al., 2008; Sunde et al., 2010). Denne studien bekrefter likevel at denne effekten også kan observeres allerede etter 6 uker. På bakgrunn av dette er det også fornuftig å anta at dersom intervensjonene hadde vært lenger, kunne effektstørrelsen økt mer enn det som kunne observeres i dette prosjektet.

6. Konklusjon

I denne oppgaven har vi undersøkt effekten av maksimal styrketrening på unge voksne innenfor utholdenhetsprestasjoner i 3000 meter løping, og en 20 minutters sykkeltest.

For å besvare problemstillingen, viser intervensjonen i dette forskningsprosjektet en liten effekt på 3000 meter løping, og en svært liten effekt på 20 minutter sykkel. Samtidig økte 1RM styrke på knebøy med en moderat effekt. På bakgrunn av dette kan det virke som at maksimal styrketrening har en større positiv effekt på løping enn sykling. Med tanke på at effektstørrelsene var relativt små og at effektstørrelsen varierte mellom de to utholdenhetsidrettene, er det ikke mulig å gi et tydelig svar på hvor hensiktsmessig det vil være å trene maksimal styrketrening for å forbedre utholdenhetsprestasjoner innenfor både løping og sykling. Funnene i denne studien er dermed i tråd med den resterende litteraturen på feltet: Det er usikkerhet knyttet til hvorvidt maksimal styrketrening fører til en fremgang i utholdenhetsprestasjoner.

7. Litteratur

- Araï, D., Friberg, O., Hagtvet, K. A., Handegård, B. H., Jacobsen, B. K., Lie, S., & Mørch, W.-T. (2010). *Kvantitativ forskningsmetodologi i samfunns- og helsefag* (M. Martinussen, Red.; 1. utg.). Fagbokforl. https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2013080208062
- Barnes, K. R., & Kilding, A. E. (2015). Strategies to Improve Running Economy. *Sports Medicine*, *45*(1), 37–56. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0246-y>
- Bassett, D. R. J., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *32*(1), 70.
- Beattie, K., Kenny, I. C., Lyons, M., & Carson, B. P. (2014). The Effect of Strength Training on Performance in Endurance Athletes. *Sports Medicine*, *44*(6), 845–865. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0157-y>
- Behm, D. G., & Sale, D. G. (1993). Velocity specificity of resistance training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *15*(6), 374–388. <https://doi.org/10.2165/00007256-199315060-00003>
- Bishop, D., Jenkins, D. G., Mackinnon, L. T., McENIERY, M., & Carey, M. F. (1999). The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *31*(6), 886.
- Coyle, E. F. (1995). Integration of the Physiological Factors Determining Endurance Performance Ability. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *23*(1), 25.
- Duffield, R., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Energy system contribution to 1500- and 3000-metre track running. *Journal of Sports Sciences*, *23*(10), 993–1002. <https://doi.org/10.1080/02640410400021963>
- Enoksen, E., Tjelta, L. I., Tønnessen, E., & Hallén, J. (2013). *Utholdenhetstrening: Forskning og beste praksis*. Cappelen Damm akademisk. https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2019032277034

- Foster, C., & Lucia, A. (2007). Running economy: The forgotten factor in elite performance. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 37(4–5), 316–319.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200737040-00011>
- Gastin, P. B. (2001). Energy System Interaction and Relative Contribution During Maximal Exercise. *Sports Medicine*, 31(10), 725–741. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131100-00003>
- Hansen, E. A., Andersen, J. L., Nielsen, J. S., & Sjøgaard, G. (2002). Muscle fibre type, efficiency, and mechanical optima affect freely chosen pedal rate during cycling. *Acta Physiologica Scandinavica*, 176(3), 185–194. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201X.2002.01032.x>
- Hansen, E. A., Raastad, T., & Hallén, J. (2007). Strength training reduces freely chosen pedal rate during submaximal cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 101(4), 419–426. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0515-7>
- Hawkins, M. N., Raven, P. B., Snell, P. G., Stray-Gundersen, J., & Levine, B. D. (2007). Maximal oxygen uptake as a parametric measure of cardiorespiratory capacity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(1), 103–107.
<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000241641.75101.64>
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, T., Helgesen, C., Hjorth, N., Bach, R., & Hoff, J. (2007). Aerobic High-Intensity Intervals Improve $\dot{V}O_2\text{max}$ More Than Moderate Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(4), 665. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180304570>
- Hickson, R. C., Dvorak, B. A., Gorostiaga, E. M., Kurowski, T. T., & Foster, C. (1988). Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. *Journal of Applied Physiology*, 65(5), 2285–2290.
<https://doi.org/10.1152/jappl.1988.65.5.2285>
- Hoff, J., Gran, A., & Helgerud, J. (2002). Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 12(5), 288–295. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2002.01140.x>

- Hoff, J., Tjønnå, A. E., Steinshamn, S., Høydal, M., Richardson, R. S., & Helgerud, J. (2007). Maximal Strength Training of the Legs in COPD: A Therapy for Mechanical Inefficiency. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(2), 220.
<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000246989.48729.39>
- Holloszy, J. O., & Coyle, E. F. (1984). Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *Journal of Applied Physiology*, 56(4), 831–838.
<https://doi.org/10.1152/jappl.1984.56.4.831>
- Johannessen, A., Christoffersen, L., & Tufte, P. A. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5. utg.). Abstrakt. https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2020042348002
- Johnson, R. E., Quinn, T. J., Kertzer, R., & Vroman, N. B. (1997). Strength Training in Female Distance Runners: Impact on Running Economy. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(4), 224.
- Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The Effect of Endurance Training on Parameters of Aerobic Fitness: *Sports Medicine*, 29(6), 373–386. <https://doi.org/10.2165/00007256-200029060-00001>
- Jones, A. M., & Doust, J. H. (1996). A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. *Journal of Sports Sciences*, 14(4), 321–327.
<https://doi.org/10.1080/02640419608727717>
- Koninckx, E., Van Leemputte, M., & Hespel, P. (2010). Effect of isokinetic cycling versus weight training on maximal power output and endurance performance in cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 109(4), 699–708.
<https://doi.org/10.1007/s00421-010-1407-9>
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J., & Evans, W. J. (1996). Strength and Power Training: Physiological Mechanisms of Adaptation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 24(1), 363.

- Larsen, A. K. (2017). *En enklere metode: Veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode* (2. utg.). Fagbokforl. https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2020050848004
- Lavallee, M. E., & Balam, T. (2010). An Overview of Strength Training Injuries: Acute and Chronic. *Current Sports Medicine Reports*, 9(5), 307. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e3181f3ed6d>
- Loveless, D., Weber, C., Haseler, L., & Schneider, D. (2005). Maximal Leg-Strength Training Improves Cycling Economy in Previously Untrained Men. *Medicine and science in sports and exercise*, 37, 1231–1236.
- Lucia, A., Esteve-Lanao, J., Oliván, J., Gómez-Gallego, F., San Juan, A. F., Santiago, C., Pérez, M., Chamorro-Viña, C., & Foster, C. (2006). Physiological characteristics of the best Eritrean runners—Exceptional running economy. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 31(5), 530–540. <https://doi.org/10.1139/h06-029>
- Millet, G. P., Jaouen, B., Borrani, F., & Candau, R. (2002). Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and $\dot{V}O_2$ kinetics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(8), 1351–1359. <https://doi.org/10.1097/00005768-200208000-00018>
- Morrissey, M., HARMAN, E., & JOHNSON, M. (1995). Resistance training modes: Specificity and effectiveness. *Medicine and science in sports and exercise*, 27, 648–660. <https://doi.org/10.1249/00005768-199505000-00006>
- Mpholwane, M. L. (2008, august 19). *The determinants of running performance in middle distance female athletes*. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-determinants-of-running-performance-in-middle-Mpholwane/78f15adef70eef2b0b1b02b63fef274169c44c5>
- Neufer, P. D. (1989). The Effect of Detraining and Reduced Training on the Physiological Adaptations to Aerobic Exercise Training. *Sports Medicine*, 8(5), 302–320. <https://doi.org/10.2165/00007256-198908050-00004>

- Nielsen, J. S., Hansen, E. A., & Sjøgaard, G. (2004). Pedalling rate affects endurance performance during high-intensity cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 92(1), 114–120. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1048-y>
- Richardson, R. S., & Saltin, B. (1998). Human muscle blood flow and metabolism studied in the isolated quadriceps muscles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(1), 28–33. <https://doi.org/10.1097/00005768-199801000-00005>
- Roels, B., Schmitt, L., Libicz, S., Bentley, D., Richalet, J.-P., & Millet, G. (2005). Specificity of VO₂MAX and the ventilatory threshold in free swimming and cycle ergometry: Comparison between triathletes and swimmers. *British Journal of Sports Medicine*, 39(12), 965–968. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.020404>
- Roussos, T., Smirniotoy, A., Philippou, A., Galanos, A., & Triantafyllopoulos, I. (2019). Effect of Running Environment and Slope Gradient on Lower Limb Muscle Activation. *American Journal of Sports Science*, 7, 20–25.
- Rønnestad, B. R., Hansen, E. A., & Raastad, T. (2010). In-season strength maintenance training increases well-trained cyclists' performance. *European Journal of Applied Physiology*, 110(6), 1269–1282. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1622-4>
- Raastad, T. (2010). *Styrketrening: I teori og praksis*. Gyldendal undervisning. [https://www.nb.no/search?q=oaiid:"oai:nb.bibsys.no:990803375034702202"&mediatype=bøker](https://www.nb.no/search?q=oaiid:)
- Saltin, B., Nazar, K., Costill, D. L., Stein, E., Jansson, E., Essén, B., & Gollnick, D. (1976). The nature of the training response; peripheral and central adaptations of one-legged exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 96(3), 289–305. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1976.tb10200.x>
- Schneider, D. A., & Pollack, J. (1991). Ventilatory threshold and maximal oxygen uptake during cycling and running in female triathletes. *International Journal of Sports Medicine*, 12(4), 379–383. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1024698>
- Sedano, S., Marín, P. J., Cuadrado, G., & Redondo, J. C. (2013). Concurrent Training in Elite Male Runners: The Influence of Strength Versus Muscular Endurance Training on

- Performance Outcomes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(9), 2433. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318280cc26>
- Seki, K., Kyröläinen, H., Sugimoto, K., & Enomoto, Y. (2020). Biomechanical factors affecting energy cost during running utilising different slopes. *Journal of Sports Sciences*, 38(1), 6–12. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1676527>
- Social Science Statistics, S. S. S. (u.å.). *Effect size calculator for T-Test* [Online kalkulator]. <https://www.socscistatistics.com/effectsize/default3.aspx>
- Stone, M. H., & Borden, R. A. (1997). *Modes and Methods of resistance training*. Human Kinetics.
- Støa, E. M., Helgerud, J., Rønnestad, B. R., 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, 585267. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.585267>
- Støren, O., Helgerud, J., Støa, E. M., & Hoff, J. (2008). Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(6), 1087–1092. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318168da2f>
- Sunde, A., Støren, Ø., Bjerkaas, M., Larsen, M. H., Hoff, J., & Helgerud, J. (2010). Maximal Strength Training Improves Cycling Economy in Competitive Cyclists. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2157. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181aeb16a>
- Svedahl, K., & Macintosh, B. (2003). Anaerobic Threshold: The Concept and Methods of Measurement. *Canadian journal of applied physiology = Revue canadienne de physiologie appliquée*, 28, 299–323. <https://doi.org/10.1139/h03-023>
- Vikmoen, O., Raastad, T., Seynnes, O., Bergstrøm, K., Ellefsen, S., & Rønnestad, B. R. (2016). Effects of Heavy Strength Training on Running Performance and Determinants of Running Performance in Female Endurance Athletes. *PLoS ONE*, 11(3), e0150799. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150799>

Williams, L. R., Standifird, T. W., Creer, A., Fong, H. B., & Powell, D. W. (2020). Ground reaction force profiles during inclined running at iso-efficiency speeds. *Journal of Biomechanics*, 113, 110107. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.110107>

Young, W. (2006). Transfer of Strength and Power Training to Sports Performance. *International journal of sports physiology and performance*, 1, 74–83. <https://doi.org/10.1123/ijsp.1.2.74>

Zatsiorsky, V. M., IOC Medical Commission, & International Federation of Sports Medicine (Ed.). (2000). *Biomechanics in sport: Performance enhancement and injury prevention*. Blackwell Science.

Aarts, S., van den Akker, M., & Winkens, B. (2014). The importance of effect sizes. *European Journal of General Practice*, 20(1), 61–64. <https://doi.org/10.3109/13814788.2013.818655>

Vedlegg A - Treningslogg

Fyll ut totalt antall minutter for de ulike treningsformene. **Det er viktig at du ikke inkluderer knebøytreeningen under antall minutter.** Under følger forklaringer på kategoriene.

«**Kondisjonstrening**»: oppgi antall minutter fordelt på intensitet:

- Lav/ moderat intensitet: lett til middels andpusten. For eksempel: rask gåtur, gå trapper, rolig joggetur, rolig langtur på ski, rolig svømming, volleyball, badminton, osv.
- høy intensitet: kjennes anstrengende og gjør deg skikkelig andpusten: eksempler: aerobic time, rask løping, intervaller, rask skitur,

«**Styrketrening**» all type styrketrening oppgis, for eksempel: vektløfting og sirkeltrening, OBS: knebøytreeningen som følger av dette prosjektet skal ikke inkluderes.

«**Annen trening**» spesifiserer treningsform, for eksempel: yoga, teknikktrening, koordinasjon osv.

TRENINGSLOGG	Kondisjonstrening	Styrketrening	Annen trening (spesifiser)
Uke 1	Lav/ moderat: ____ Min Høy: ____ Min	____ Min	____ Min Type trening:
Uke 2	Lav/ moderat: ____ Min Høy: ____ Min	____ Min	____ Min Type trening:
Uke 3	Lav/moderat: ____ Min Høy: ____ Min	____ Min	____ Min Type trening:
Uke 4	Lav/moderat: ____ Min Høy: ____ Min	____ Min	____ Min Type trening:
Uke 5	Lav/moderat: ____ Min Høy: ____ Min	____ Min	____ Min Type trening:
Uke 6	Lav/moderat: ____ Min Høy: ____ Min	____ Min	____ Min Type trening:
Andre kommentarer?:			

Loggføring av knebøyøkter - sett kryss for hver gjennomførte økt.

Knebøyøkter	ØKT 1	ØKT 2	ØKT 3
UKE 1			
UKE 2			
UKE 3			
UKE 4			
UKE 5			
UKE 6			

Vedlegg B - treningsprotokoll

Oppvarming:

Generell oppvarming	10 minutter løping, roing, sykling osv.
Spesiell oppvarming	En serie knebøy uten vekt, deretter en serie knebøy med 50% belastning av den vekten du skal trene med

Økten:

Repetisjoner	5 rep.
Motstand	5RM
Serier	4 stk.
Pause	3 min

Begrepsforklaring:

5RM – 5RM betyr at belastningen (vekten) skal være så tung at du klarer 5 repetisjoner, men at du ikke hadde klart 6 repetisjoner, her må du nok prøve deg frem litt for å finne den riktige treningsvekten.

Videre instruksjer:

- Vi ønsker at knebøytreeningen gjennomføres før annen trening, dvs. helt i starten av økta.
- I eksentrisk fase (på vei ned) skal bevegelsen være rolig og kontrollert, under konsentrisk fase (på vei opp) skal innsatsen være maksimal.

Vedlegg C – spørreskjema

Spørreskjema

Alder	
Kjønn	
Vekt	
Høyde	

Tenk på den siste måneden. I gjennomsnitt hvor mange minutter har du trent de forskjellige treningsformene i uken? Fyll ut tabellen under

Kondisjonstrening	Styrketrening	Annen trening (spesifiser)
Lav/ moderat: ____ Min Høy: ____ Min	____ Min	____ Min Type trening:

FORKLARINGER TIL KATEGORIENE:

knebøytreeningen under antall minutter. Under følger forklaringer på kategoriene.

«**Kondisjonstrening**»: oppgi antall minutter fordelt på intensitet:

- Lav/ moderat intensitet: lett til middels andpusten. For eksempel: rask gåtur, gå trapper, rolig joggetur, rolig langtur på ski, rolig svømming, volleyball, badminton, osv.
- høy intensitet: kjennes anstrengende og gjør deg skikkelig andpusten: eksempler: aerobictime, rask løping, intervaller, rask skitur,

«**Styrketrening**»: all type styrketrening oppgis, for eksempel: vektløfting og sirkeltrening

«**Annen trening**»: spesifiserer treningsform, for eksempel: yoga, teknikktrening, koordinasjon osv.

Vedlegg D – invitasjon til deltagelse

Vil du delta i forskningsprosjektet

En 6 ukers knebøy-intervensjon sin påvirkning på den maksimale yteevnen på løping 3000 meter og 20 minutter sykling hos unge voksne.

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke om 6 uker med knebøy har noen effekt på løpstid på 3000 meter eller produsert kraft på sykkel 20 minutter. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Våren 2023 skal det gjennomføres en bachelorstudie i tilknytning til studieprogrammet idrett og kroppsøving ved Høgskulen i Volda. De involverte i studien er Førsteamanuensis Kjetil Høydal (Rettleider) og Bachelorgradsstudentene (her står navnene til eksamenskandidatene) ved bachelorstudiet idrett og kroppsøving. Som deltaker har du krav på å bli informert om studien og hva deltakelsen innebærer. Vi ber om at du les denne informasjonen før du signerer.

Denne studien ønsker å se på effekten av 6 uker med maksimal styrketrening med knebøy som øvelse. Maksimal styrke kan defineres som den maksimale kraften en muskelgruppe klarer å utvikle under bevegelse. Et individ sin maksimale styrke begrenser hvor stort arbeid musklene kan yte. Det kan virke som at det finnes en sammenheng mellom maksimal styrketrening og arbeidsøkonomi (hvor effektivt energi utnyttes). Ved å fremme en bedre arbeidsøkonomi kan et individ utføre et større arbeid på en gitt intensitet, eller individet kan jobbe på en lavere intensitet for å skape et visst arbeid. Denne studien vil undersøke om ytelsen i utholdenhetsprestasjoner, i dette tilfellet løping og sykling, forbedrer seg som følge av en maksimal styrke intervensjon med knebøy som øvelse. Denne studien ønsker å undersøke effekten på unge voksne.

På bakgrunn av den mulige effekten på arbeidsøkonomi som har blitt observert sammen med maksimal styrketrening ønsker vi å undersøke om unge mennesker kan forbedre sin prestasjon på 3000 meter og 20 minutter sykling gjennom en 6 ukers intervensjon der deltagerne trener knebøy.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Institutt for idrett og frilutsliv under avdeling for kulturfag er ansvarlig for prosjektet.

3Ansvarlig for forskningsprosjektet er Kjetil Høydal

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du er blitt forespurt om å delta siden vi vil rekruttere menn og kvinner i alderen 18-25 år. Deltagerne må være skadefrie, og skal ikke være utøvere som driver med idrett på høyere nivå. Siden du tilhører denne gruppen har du blitt forespurt om å delta. Denne studien rekrutterer omtrent 8 deltagere til å delta.

Hva innebærer det for deg å delta?

Opplysninger som registreres om deg er løpstiden din på 3000 meter, watt målt på 20-minutters sykkeltest og antall kilo løftet i knebøy (1RM). I tillegg samles opplysningene aktivitetsnivå, aktivitetstype kjønn, alder, høyde og vekt ved bruk av et papirbasert spørreskjema, dette vil ta deg omtrent 2 minutter, svarene blir senere overført fra papir til elektronisk lagring. Det skal gjennomføres totalt 6 tester. 3 tester utføres før intervensjonen sin start (pre-intervensjon), imens de samme 3 testene gjennomføres rett etter intervensjonen sin slutt (post-intervensjon). Forsøkspersonene i denne studien skal testes i 1RM knebøy, 3000 meter løping på tredemølle og 20 minutter sykling på ergometersykel. Selve intervensjonen består av maksimal styrketrening med knebøy som øvelse 3 ganger per uke. På testdagene ønsker vi at du som forsøksperson gjennomfører samme rutine, dette innebærer å sove normalt, spise et lett måltid samt å unngå trening 24 timer før testen. Vi vil gi mer detaljerte instruksjoner og svare på spørsmål i forkant av testene.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg. Om du sier ja til å delta kan du senere trekke tilbake ditt samtykke eller rette personopplysninger. Dersom du ved et senere tidspunkt ønsker å trekke deg, eller ønsker mer informasjon kan du når som helst ta kontakt med Kjetil Høydal på tlf. 700 75394 (8-16) eller på e-post kjetilho@hivolda.no

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

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

Opplysninger som registreres om deg er løpstiden din på 3000 meter, watt målt på 20-minutters sykkeltest og antall kilo løftet i knebøy (1RM). I tillegg samles opplysningene aktivitetsnivå, aktivitetstype kjønn, alder, høyde og vekt ved bruk av et spørreskjema. Innsamlede opplysninger blir behandlet konfidensielt.

Det vil bare være rettleder Kjetil Høydal og student-prosjektledere

(her står navnene til eksamenskandidatene) som vil ha tilgang til personopplysninger knyttet til innsamlede opplysninger. Navnelisten vil oppbevares forsvarlig og adskilt fra det øvrige innsamlede datamaterialet. Datamaterialet oppbevares på datamaskin med passord som kun er tilgjengelig for bachelorstudentene som leder dette studiet. data grovsorteres underveis og publisering av resultat fra prosjektet blir gjort slik at ingen enkeltpersoner kan kjennes igjen.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil etter planen avsluttes 15.05.2023. Etter at prosjektet er avslutta den 15.05.2023 vil datamaterialet bli slettet. Involverte ledere i studien har også taushetsplikt som følge av forvaltningsloven §13.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Avdeling for kulturfag ved Høgskulen i Volda gjennom ansvarlig i regi av Kjetil Høydal har Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

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

Ansvarlig for forskningsprosjektet

Kjetil Høydal på tlf. 700 75394 (8-16) eller på e-post kjetilho@hivolda.no

Eller studentene som leder bachelorprosjektet:

Her skal navnene til eksamenskandidatene stå, med epostadresse, men dette er anonymisert.

Vårt personvernombud: Cecilie Røeggen,

epost: cecilie.roeggen@hivolda.no

Telefon: (+47) 70 07 50 73

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen som er gjort av personverntjenestene fra Sikt, kan du ta kontakt via:

- Epost: personverntjenester@sikt.no eller telefon: 73 98 40 40.

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig

Kjetil Høydal

Studenter

Her skulle navnene til eksamenskandidatene stått

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet [*sett inn tittel*], og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

å delta i besvarelse av spørreundersøkelse

å delta i fysiologiske tester i løping, sykling og knebøy

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)