

Thomas Haugen

Effekt av 13 ukers blokkperiodisering,
sammenlignet med tradisjonell
periodisering, av samtidig styrke og
utholdenhetstrening hos moderat trente
personer

Masteroppgave i idrettsvitenskap
Seksjon for fysisk prestasjonsevne
Norges idrettshøgskole, 2018

Sammendrag

Formål: Målet med denne studien var å sammenligne effekten av blokkperiodisering og tradisjonell periodisering av samtidig styrke- og utholdenhetstrening over 13 uker på utviklingen av styrke, kroppssammensetning og utholdenhetsprestasjon.

Metode: 26 moderat trente forsøkspersoner ble randomisert til enten en blokkperiodiseringsgruppe (BLOKK; n=14, alder 24 ± 4 år) eller tradisjonell periodiseringsgruppe (TRAD; n=12, alder 23 ± 3 år). BLOKK gjennomførte annenhver uke tre styrkeøkter og én utholdenhetsøkt og tre utholdenhetsøkter og én styrkeøkt, med noen unntak. TRAD gjennomførte to styrke og to utholdenhetsøkter hver uke. Treningsvolumet og intensiteten var lik i begge grupper. Utholdenhetstreningen besto av intervaller på 4-5*5min på 90-95% av maksimal hjertefrekvens. Styrketreningen var et helkroppsprogram og motstanden varierte fra 4-12 repetisjon maksimum (RM). Styrke og utholdenhetstreningen ble gjennomført på ulike dager.

Resultat: Både BLOKK og TRAD økte 1RM beinpress (hhv. 10 ± 5 % og 12 ± 9 %), 1RM benkpress (hhv. 18 ± 13 % og 15 ± 9 %), eksplosiv styrke i beinpress (hhv. 7 ± 8 % og 9 ± 7 %), VO_{2maks} (hhv. 4 ± 4 % og 4 ± 4 %), hastighet på 4 mmol/L [La^-] (hhv. 5 ± 6 % og 5 ± 6 %), og total mager kroppsmasse (hhv. $3,2 \pm 2,0$ og $3,3 \pm 1,9$) fra pre- til postintervensjon, men det var ingen forskjell mellom gruppene i relativ endring ($p>0,1$). Begge gruppene reduserte tid på 3000 m-test (BLOKK: -5 ± 4 %, TRAD -5 ± 4 %). BLOKK hadde en signifikant større relativ økning i hopp høyde i svikthopp sammenlignet med TRAD (hhv. 9 ± 6 % og 5 ± 3 %) med en moderat effektstørrelse ($ES=0,91$). det var ingen endring innad i gruppene i løpsøkonomi ($p>0,1$), men det var en tendens til sammenheng mellom individuell endring i løpsøkonomi og endring i hopp høyde i svikthopp ($r=-0,38$; $p=0,07$), og en tendens til forskjell mellom gruppene i endring i løpsøkonomi (hhv. $-1,3 \pm 4,3$ % og $1,9 \pm 3,7$ %) med en moderat effektstørrelse ($ES=0,80$). I relativ endring i VO_2 på 4 mmol/L [La^-] som prosent av VO_{2maks} var det en tendens til at TRAD hadde en økning sammenlignet med BLOKK (hhv. $1,7 \pm 3,2$ % og $-0,8 \pm 3,0$ %; $p=0,07$).

Konklusjon: For de fleste variabler var det ingen forskjell mellom effekten av blokk- og tradisjonell periodisering hos moderat trente over 13 uker, men blokkperiodisering førte til signifikant større økning i hopp høyde og tendens til bedret løpsøkonomi sammenlignet med tradisjonell periodisering.

Innhold

SAMMENDRAG	3
INNHold	4
FORORD.....	7
1 INNLEDNING.....	8
2 TEORIKAPITTEL	10
2.1 Grunnleggende prinsipper for tilpasning til trening.....	10
2.2 Styrke	10
2.2.1 Effekt av tung styrketrening	11
2.3 Utholdenhet	12
2.3.1 Effekt av utholdenhetstrening.....	14
2.4 Effekten av samtidig styrke- og utholdenhetstrening	15
2.4.1 Effekten av samtidig styrke- og utholdenhetstrening på utviklingen av muskelstyrke og muskelvekst	15
2.4.2 Effekten av samtidig styrke og utholdenhet på utviklingen av utholdenhetsprestasjon	18
2.5 Periodisering av trening.....	19
2.5.1 Effekten av blokkperiodisering av flere fysiologiske egenskaper	20
2.5.2 Effekten av blokkperiodisering av enten styrke eller utholdenhetstrening	21
2.5.3 Teoretisk bakgrunn for blokkperiodisering av styrke og utholdenhet	23
3 METODE	25
3.1 Utvalg	25
3.2 Eksperimentelt design	26
3.3 Selvrappertert treningsstatus	26
3.4 Tester	27
3.4.1 Testdag 1	28
3.4.2 Testdag 2	29
3.4.3 Testdag 3	31
3.4.4 Testdag 4	33
3.5 Treningsintervensjon	34
3.5.1 Styrketrening	35

3.5.2	Utholdenhetstrening	37
3.6	Statistisk analyse	38
4	RESULTATER	40
4.1	Pre intervensjon	40
4.2	Gjennomføring av treningsintervensjonen	40
4.3	Treningsmotstand.....	41
4.4	Kosthold	41
4.5	Kroppssammensetning	42
4.6	Maksimal og eksplosiv styrke	44
4.7	VO _{2maks} -test	44
4.8	Hastighet og VO ₂ på 4 mmol/L [La ⁻].....	46
4.9	70 % av maksimal aerob hastighet.....	47
4.10	3000 m test	49
5	DISKUSJON	51
5.1	Kroppssammensetning og maksimal styrke	51
5.2	Hopphøyde og eksplosiv muskelstyrke	55
5.3	VO _{2maks}	57
5.4	Løpsøkonomi	59
5.5	Hastighet og VO ₂ på 4 mmol/L [La ⁻].....	61
5.6	Tid på 3000 m	63
5.7	Praktiske anbefalinger og videre forskning	64
5.8	Metodiske betraktninger	65
6	KONKLUSJON	66
	REFERANSER.....	67
	FIGUROVERSIKT	80

TABELLOVERSIKT	82
FORKORTELSER.....	84
VEDLEGG	85
Borgs skala.....	85
Meldeskjema til NSD	86
Informasjonsskriv og informert samtykkeskjema	91
Søknad til lokal etisk komité	96

Forord

Jeg vil først og fremst takke stipendiat Sjur Øfsteng for at jeg fikk lov til å ta del i hans prosjekt og for gode hjelp.

Takk til Bent Ronny Rønnestad for god veiledning under gjennomføring av prosjektet og gjennom skriveprosessen. Takk til Truls Raastad for gode svar på utallige spørsmål og god veiledning under skriveprosessen.

Takk til Joar Hansen for strålende opplæring i testlabben på Høgskolen i Innlandet, camups Lillehammer.

Takk til bachelorstudentene ved Høgskolen i Innlandet, campus Lillehammer, Peter Nore Bengtsson, Tomas Varpestuen, Simen Gunhildstad, Victor Øverhus Hassel, Maiken Sylthe, Ingrid Haugen, Sigve Bakken Bolme, Solveig Kristina Vuilliomenet og Caroline Mørkestøl for hjelp med gjennomføring av treningsøkter og testing.

Sist men ikke minst vil jeg takke forsøkspersonene som deltok i denne studien.

1 Innledning

Soldaters fysiske form er en viktig faktor for effektiv gjennomføring av militære oppgaver (Vaara, Kokko, Isoranta, & Kyröläinen, 2015). Oppgavene soldatene må gjennomføre setter krav til blant annet muskelstyrke, utholdenhet og hurtighet (Abt et al., 2016; Friedl et al., 2015). I tillegg til at fysisk form er viktig for prestasjonsevnen i ulike fysiske oppgaver er det vist at lav styrke og utholdenhet er assosiert med større risiko for skader (Friedl et al., 2015). Soldater med god utholdenhet og styrke kan gjøre oppgaver over en lengre periode uten å bli utmattet, restituere fortere, ha overskudd til flere oppgaver og redusert risiko for skader (Friedl et al., 2015)

Prestasjon i flere idretter setter krav til både muskelstyrke og utholdenhet (Baar, 2014) og flere studier har vist effekt av å legge styrketrening til utholdenhetstreningen på indikatorer for utholdenhetsprestasjon i løping (Guglielmo, Greco, & Denadai, 2009; Millet, Jaouen, Borrani, & Candau, 2002; Støren, Helgerud, Støa, & Hoff, 2008) og sykling (Rønnestad, Hansen, & Raastad, 2010).

For at idrettsutøvere og soldater som er avhengig av både god styrke og utholdenhet skal kunne forbedre prestasjon optimalt er det sentralt å ha et treningsopplegg som fører til god forbedring av både muskelstyrke og utholdenhet. På grunn av at samtidig utholdenhetstrening kan påvirke adaptasjonene til styrketrening negativt (Hickson, 1980; Rønnestad, Hansen, & Raastad, 2012), er det utfordrende å utarbeide gode treningsopplegg der disse kvalitetene kombineres.

Treningsplanlegging er viktig for optimale fysiologiske adaptasjoner til trening (Issurin, 2016). Ved å endre frekvens, varighet og intensitet på treningen, vil også de fysiologiske adaptasjonene til trening endres (Hughes, Ellefsen, & Baar, 2017). Tradisjonell lineær periodisering (tradisjonell periodisering), der progresjonen er jevn gjennom hele perioden og man har fokus på å utvikle flere fysiologiske egenskaper på samme tid, har lenge blitt brukt av toppidrettsutøvere og soldater (Hendrickson et al., 2010; Issurin, 2016). I senere tid har en form for ikke lineær periodisering, der intensitet og treningsvolum varierer i større grad, blitt foreslått være en mer optimal treningsmodell, spesielt ved spesifikk trening rettet mot flere fysiologiske egenskaper i samme periode (Issurin, 2016). En slik treningsmodell blir ofte kalt blokkperiodisering. I denne modellen blir perioden delt opp i flere mindre perioder, også kalt blokker, hvor

man har fokus på å forbedre noen få egenskaper av gangen. Ved å dele opp perioden i mindre blokker med fokus på noen få egenskaper vil man kunne forhindre mulige negative effekter av samtidig trening av flere fysiologiske egenskaper (Issurin, 2016). I tillegg vil et relativt stort treningsvolum rettet om én fysiologisk egenskap muligens øke stimuli for adaptasjon. Til tross for de mulige fordelene av blokkperiodisering har effekten av blokkperiodisering av samtidig styrke- og utholdenhetstrening sammenlignet med tradisjonell periodisering blitt lite studert.

Problemstilling

Vil blokkperiodisering av samtidig styrke- og utholdenhetstrening i 13 uker hos moderat trente kvinner og menn føre til en større forbedring i utholdenhetsprestasjon, indikatorer for utholdenhetsprestasjon, maksimal- og eksplosiv styrke og mager kroppsmasse sammenlignet med tradisjonell periodisering?

2 Teorikapittel

2.1 Grunnleggende prinsipper for tilpasning til trening

Ved fysisk trening påfører man cellene i kroppen ulike typer stress. Dette stresset aktiverer ulike intracellulære signalveier som endrer gen-uttrykket og hastighet på proteinomsetningen, og som dermed har effekt på hvilke og/eller mengde proteiner som blir produsert eller brutt ned (Booth, Chakravarthy, & Spangenburg, 2002). Ulik type stress-stimuli fører til aktivering av ulike intracellulære signalveier og dermed ulik effekt på gen-uttrykket. Styrketrening, typisk med tung motstand over en kort periode, fører i hovedsak til økt muskelstyrke og muskelmasse (Narici, Roi, Landoni, Minetti, & Cerretelli, 1989). Utholdenhetstrening, typisk med lavere motstand over en lengre periode, fører i hovedsak til økt hjertets minuttvolum, bedret maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}) og mitokondriell biogenese (Esfarjani & Laursen, 2007; Franch, Madsen, Djurhuus, & Pedersen, 1998; Helgerud et al., 2007; Holloszy & Coyle, 1984; Jacobs et al., 2013). Det har blitt vist at trening av styrke og utholdenhet i samme periode kan ha en negativ effekt på utviklingen av muskelstyrke (Bell, Syrotuik, Martin, Burnham, & Quinney, 2000; Hickson, 1980) og at stimuli som fører til fysiologiske adaptasjoner som følge av styrke og utholdenhetstrening dermed kan være konkurrerende på hverandre.

2.2 Styrke

Muskelstyrke blir definert som «Den maksimale kraften eller dreiemomentet en muskel eller muskelgruppe kan skape ved en forutbestemt eller spesifikk hastighet» (Knuttgén & Kraemer, 1987; Raastad, Paulsen, Refsnes, Rønnestad, & Wisnes, 2010).

Musklens evne til å skape kraft blir bestemt av både muskulære og nevrale forhold (Folland & Williams, 2007; Raastad et al., 2010). De muskulære forholdene som hovedsakelig avgjør hvor stor kraft en muskel kan generere ved isometriske muskelaksjon og langsomme forkortningshastigheter er tverrsnittsarealet der muskulaturen er størst, muskelarkitektur, konsentrasjon av kontraktile proteiner og biomekaniske forhold (Raastad et al., 2010). De nevrale faktorene som bestemmer muskelstyrke er grad av aktivering (antall motoriske enheter rekruttert og fyringsfrekvens i de motoriske enhetene), samt koordinering av agonister, antagonister og synergister (Folland & Williams, 2007; Raastad et al., 2010).

I mange idretter og i situasjoner soldater kan møte på, vil evnen til å skape kraft hurtig eller skape stor kraft ved raske forkortningshastigheter være gunstig. Slike muskelkontraksjoner blir ofte betegnet som eksplosiv muskelstyrke og det å utvikle stor effekt (power på engelsk) i bevegelsen er sentralt. Muskeleffekt blir definert som kraften muskulaturen skaper multiplisert med forkortningshastigheten på muskelfibrene (Knuttgen & Kraemer, 1987). Musklenes evne til å produsere stor effekt er bestemt av maksimal muskelstyrke (Fitts & Widrick, 1996), fibertypesammensetning (Coyle, Costill, & Lesmes, 1979; Fitts & Widrick, 1996), hurtig nevralt aktivering av muskelfibre (Häkkinen et al., 1998a) og fasikkellengde (Blazevich, 2006).

2.2.1 Effekt av tung styrketrening

Typisk økning i maksimal muskelstyrke etter en periode med styrketrening er avhengig av individets tidligere erfaring med styrketrening, hvilken type styrketrening som blir gjennomført, lengden på treningsperioden og genetiske forutsetninger (Ahtiainen, Pakarinen, Alen, Kraemer, & Häkkinen, 2003; Hughes et al., 2017; Kraemer et al., 2002). Flere studier som har gjennomgått relevant litteratur anbefaler dynamisk styrketrening med motstand tilsvarende 60-70 % av 1 RM med 8 -12 repetisjoner, 2-3 ganger i uka for økning i maksimal styrke og muskelvekst hos utrente individer. Mens for trente individer burde motstand økes til 80-100 % av 1RM og frekvensen øke til 3-4 ganger i uka (Fry, 2004; Ratamess et al., 2009; Rhea, Alvar, Burkett, & Ball, 2003). For optimal utvikling av muskelstyrke og muskelvekst ser det ut til at variasjon av motstand og antall repetisjoner over tid er sentralt (Rhea & Alderman, 2004).

Studier på tidligere utrente individer har vist en økning på 16-40 % i maksimal dynamisk muskelstyrke etter en periode på 8-12 uker med 2-3 styrketreningsøkter i uka (Gergley, 2009; Glowacki et al., 2004; Hennessy & Watson, 1994; Vikmoen, 2015). I en tidlig fase av styrketreningen vil økt nevralt aktivering og læring av mer optimal koordinering av synergister og antagonister, spesielt i dynamiske øvelser, være med på å forklare deler av økningen i muskelstyrke observert ved tung styrketrening (Aagaard et al., 2000; Rutherford & Jones, 1986). I tillegg til de nevralt adaptasjonene ser man morfologiske endringer etter en periode med tung styrketrening. Studier på tidligere utrente som har gjennomført en periode med tung styrketrening med motstand over 60

% av 1 repetisjon maksimum (RM), 2-3 ganger i uken i 12 uker, har vist en økning på 3-25 % i tverrsnittsarealet av den muskulaturen som har blitt trent (Wernbom, Augustsson, & Thomeé, 2007). Økningen av tverrsnittsarealet til hele muskulaturen skyldes en økning i fiberareal av både muskelfibertype 1 og 2 (McCall, Byrnes, Dickinson, Pattany, & Fleck, 1996). Dannelsen av flere muskelfibre (hyperplasi) kan muligens i liten grad også bidra til økning i muskelvekst av hele muskulaturen, men det er stor usikkerhet rundt dette (McCall et al., 1996).

Endringer i muskelarkitektur og en overgang fra muskelfibertype 2x til 2a har også blitt observert etter en periode med tung styrketrening (Aagaard et al., 2001; Häkkinen et al., 1998b; Staron et al., 1990)

Etter en periode med tung styrketrening ser man ofte også en økning i eksplosiv muskelstyrke (Moss, Refsnes, Abildgaard, Nicolaysen, & Jensen, 1997). Det er som forventet siden maksimal muskelstyrke er en av faktorene som bestemmer eksplosiv muskelstyrke (Fitts & Widrick, 1996). Det har også blitt observert indikasjoner på raskere nevralt aktivering etter en periode med tung styrketrening som dermed også fører til økt eksplosiv muskelstyrke (Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson, & Dyhre-Poulsen, 2002). Hopp høyde er en indikator på eksplosiv muskelstyrke i bein (Markovic, Dizdar, Jukic, & Cardinale, 2004) og flere studier har vist en økning i hopp høyde etter en periode med tung styrketrening av beinas strekkapparat (Rønnestad et al., 2012; Tricoli, Lamas, Carnevale, & Ugrinowitsch, 2005; Vikmoen, 2015; Wilson, Newton, Murphy, & Humphries, 1993).

2.3 Utholdenhet

Utholdenhet blir definert som evnen til å motstå trøtthet (Frøyd, Madsen, Tønnessen, Wisnes, & Aasen, 2005). Utholdenhetsprestasjon blir bestemt av mengden energi som blir produsert under en konkurranse eller aktivitet og hvor effektivt denne energien blir gjort om til mekanisk arbeid (Joyner & Coyle, 2008; Vikmoen, 2015). Mengden energi som blir produsert er summen av aerob (med utnyttelse av oksygen) og anaerob (uten utnyttelse av oksygen) energifrigjøring. Aerob energifrigjøring kan bli estimert fra målinger av oksygenopptak (VO_2) og VO_{2maks} tilsvarer den største mengden oksygen kroppen klarer å ta opp og utnytte under intensivt helkroppsarbeid. VO_{2maks} blir bestemt av oksygenleveransen til muskulaturen (minuttvolum) og muskelens evne til å ta opp og

utnytte oksygenet (a-v O₂ differanse) (Bassett Jr & Howley, 2000; Levine, 2008). Det er generell enighet i litteraturen at VO_{2maks} ved helkroppsarbeid i hovedsak blir begrenset av oksygenleveransen til muskulaturen (Bassett Jr & Howley, 2000; Levine, 2008).

Arbeidsintensitet tilsvarende VO_{2maks} kan man opprettholde i omlag 5-8 min (Mortensen et al., 2005). Skal man utføre arbeid i lengre tid enn dette må arbeidsintensiteten reduseres. Det gjennomsnittligere oksygenopptaket en utøver klarer å opprettholde under en konkurranse blir ofte kalt prestasjons VO₂ (Coyle, 1995), og blir bestemt av VO_{2maks} og utnyttelsesgrad (hvor høy prosentandel av VO_{2maks} utøveren klarer å opprettholde under en gitt tid eller konkurranse). Utnyttelsesgraden blir hovedsakelig bestemt av konkurransevarigheten og den oksidative kapasiteten til arbeidene muskulatur. Mengde og aktivitet av mitokondrielle enzymer er vist å være en viktig faktor for muskulaturens oksidative kapasitet (Holloszy & Coyle, 1984; Jacobs et al., 2013; Joyner & Coyle, 2008).

Begrepet laktatterskel blir hyppig brukt både i litteraturen og blant utøvere og trenere. Økt laktatproduksjon forekommer på grunn av opphopning av pyroavt. Dette skyldes at hastigheten på glykolysen, omdannelsen av glukose til pyroavt, er raskere enn den oksidative kapasiteten til mitokondrie (Holloszy & Coyle, 1984). Begrepet laktatterskel beskriver den største belastningen der produksjonen av laktat er lik elimineringen og dermed et estimert knekkpunkt på laktatkonsentrasjon i blodet ([La⁻]) kurven som en funksjon av arbeidsintensitet. Det har blitt brukt ulike metoder for å estimere laktatterskel, men det er vist god korrelasjon mellom hastighet eller effekt på laktatterskel og utholdenhetsprestasjon uavhengig av metoden som har blitt benyttet (Tokmakidis, Léger, & Piliandis, 1998). En høyreforskyvning av [La⁻] kurven vil si økt hastighet eller effekt på laktatterskel, og vil i teorien gjøre at man kan løpe på en høyere hastighet ved aktivitet over en vis varighet (Rønnestad & Mujika, 2014). Hastighet eller effekt på laktatterskel blir i hovedsak bestemt av arbeidsøkonomi, oksygenleveransen til musklene og muskulaturens oksidative kapasitet hos friske individer ved helkroppsarbeid (Bassett Jr & Howley, 2000). En økt hastighet eller effekt på laktatterskel betyr ikke nødvendigvis bedret utnyttelsesgrad fordi øker man VO_{2maks} i lik linje som hastighet på laktatterskel vil det være ingen endring i utnyttelsesgraden.

Arbeidsøkonomi beskriver hvor effektivt energien blir gjort om til mekanisk arbeid (Bassett Jr & Howley, 2000). Under løping vil arbeidsøkonomi tilsvare oksygenopptaket på en gitt hastighet eller energibehovet for å dekke en gitt distanse og blir ofte betegnet som løpsøkonomi. I en homogen gruppe med godt trente individer med lik VO_{2maks} og utnyttelsesgrad vil løpsøkonomi i stor grad predikere prestasjon på konkurranser over en vis varighet (Conley & Krahenbuhl, 1980).

Anaerob kapasitet har blitt vist å være viktig for utholdenhetsprestasjon ved lik VO_{2maks} og laktatterskel (Baumann, Rupp, Ingalls, & Doyle, 2012), og spesielt ved kortere kraftanstrengelser som å tette en luke eller i en spurt (Rønnestad & Mujika, 2014). Det har blitt vist at anaerobe kapasitet var assosiert med mengde muskelmasse som er aktiv i den spesifikke idretten/aktiviteten (Bangsbo, Michalsik, & Petersen, 1993; Maud & Shultz, 1986).

2.3.1 Effekt av utholdenhetstrening

Regelmessig utholdenhetstrening fører til adaptasjoner i både det kardiovaskulære systemet og i muskulaturen. Forbedringen i utholdenhetsprestasjon hos tidligere utrente og moderat trente skyldes hovedsakelig økt VO_{2maks} og en økt oksidativ kapasitet i arbeidende muskulatur (Esfarjani & Laursen, 2007; Jones & Carter, 2000). En viktig faktor for økning i VO_{2maks} etter en periode med utholdenhetstrening er et økt minuttvolum som dermed øker oksygentransporten til arbeidende muskulatur (Daussin et al., 2007; Jones & Carter, 2000; Levine, 2008). En økt oksidativ kapasitet i muskulaturen skjer som følge av en økning i aktiviteten og/eller mengden mitokondrielle enzymer i muskulaturen (Bassett Jr & Howley, 2000; Gibala et al., 2009; Granata, Oliveira, Little, Renner, & Bishop, 2015). Effekten av utholdenhetstrening på arbeidsøkonomi er mer uklart. Hos moderat trente individer har flere studier rapportert en forbedring (Franch et al., 1998; Helgerud, Engen, Wisløff, & Hoff, 2001; Helgerud et al., 2007), og ingen endring (Daniels, Yarbrough, & Foster, 1978) i løpsøkonomi etter en periode med økt utholdenhetstreningvolum. Hos godt trente løpere ser det ut til at et stort volum over en lengre tid kan føre til bedring i løpsøkonomi (Jones, 1998; Jones & Carter, 2000).

Størrelsen på adaptasjonene som følge av utholdenhetstrening blir bestemt av blant annet treningsstatus, intensitet, treningsvolum og lengde på treningsperioden (Helgerud

et al., 2007; Jones & Carter, 2000). Utholdenhetstrening deles ofte opp i lav intensiv trening (LIT) og høy intensiv trening (HIT). LIT tilsvarer som regel kontinuerlig arbeid med en intensitet opp til 75 % av maksimal hjertefrekvens (HF_{maks}). Mens HIT tilsvarer som regel intervaller med intensitet opp mot 80-95 % av HF_{maks} i arbeidsperiodene. Flere studier indikerer at HIT er mer effektivt enn LIT i å forbedre VO_{2maks} uavhengig av treningsstatus (Helgerud et al., 2007; Thomas, Adeniran, & Etheridge, 1984; Wenger & Bell, 1986). Det har i tillegg blitt rapportert at en periode med HIT øker øker den oksidative kapasiteten til muskulaturen (Jacobs et al., 2013). Tidligere studier har vist at HIT øker på 4-6*4minutter på en intensitet tilsvarende 90-95 % av HF_{maks} , førte til 6-7 % økning VO_{2maks} , bedret løpsøkonomi og økt hastighet på en gitt $[La^-]$ hos moderat trente individer etter 6-8 uker med tre øker i uka (Franch et al., 1998; Helgerud et al., 2007).

2.4 Effekten av samtidig styrke- og utholdenhetstrening

Begrepet samtidig styrke- og utholdenhetstrening i denne oppgaven refererer til en periode der man trener systematisk både styrke- og utholdenhetstrening. Dette inkluderer styrke- og utholdenhetstrening som blir gjennomført på samme dag eller ulike dager.

2.4.1 Effekten av samtidig styrke- og utholdenhetstrening på utviklingen av muskelstyrke og muskelvekst

Helt siden Hickson i 1980 viste at samtidig styrke- og utholdenhetstrening førte til redusert økning i maksimal muskelstyrke sammenlignet med kun styrketrening, har det blitt diskutert om utholdenhetstrening kan ha en negativ effekt på utviklingen av muskelstyrke. Mange studier har i senere tid bekreftet funnene til Hickson (Bell et al., 2000; Cadore et al., 2010; Gergley, 2009; Hennessy & Watson, 1994; Kraemer et al., 1995; Rønnestad et al., 2012), mens andre studier rapporterer ingen negativ effekt av samtidig styrke- og utholdenhetstrening på utvikling av maksimal muskelstyrke på langsomme forkortningshastigheter (Cantrell, Schilling, Paquette, & Murlasits, 2014; Glowacki et al., 2004; Holviala et al., 2012; McCarthy, Pozniak, & Agre, 2002; Nelson, Arnall, Loy, Silvester, & Conlee, 1990; Robineau, Babault, Piscione, Lacombe, & Bigard, 2016; Sillanpää et al., 2008). Grunnen til de forskjellige resultatene skyldes trolig metodologiske ulikheter mellom studiene, som ulikt treningsvolum (Jones, Howatson, Russell, & French, 2016), tid mellom øktene og type utholdenhetstrening

gjennomført (Gergley, 2009; Wilson et al., 2012). Et vesentlig element for at samtidig styrke- og utholdenhetstrening skal kunne ha en negativ effekt på utviklingen av muskelstyrke er at styrke- og utholdenhetstreningen må bli gjennomført på samme muskelgruppe (Jones et al., 2016; Wilson et al., 2012)

Det kan se ut til at utholdenhetstrening bestående av løping i større grad fører til en negativ effekt på utviklingen av maksimal muskelstyrke i bein enn sykling ved samtidig styrke- og utholdenhetstrening (Gergley, 2009; Wilson et al., 2012). Det vil derfor være logisk å skille mellom studier som har benyttet løping og sykling som utholdenhetstrening. Flertallet av studier som har gjennomført samtidig styrke- og utholdenhetstrening på samme dag med løping, har funnet en redusert utvikling av maksimal muskelstyrke sammenlignet med kun styrketrening (Chtara et al., 2008; Craig, Lucas, Pohlman, & Stelling, 1991; Dolezal & Potteiger, 1998; Gergley, 2009; Hennessy & Watson, 1994; Kraemer et al., 1995), også ved lavt treningsvolum (to økter i uken) (Chtara et al., 2008; Gergley, 2009). Ikke alle har funnet denne negative effekten ved trening av styrke og utholdenhet på samme dag (de Souza et al., 2014; Jones et al., 2016). De ulike funnene kan muligens skyldes ulikt treningsvolum og varighet på studien. Jones et al (2016) viste at gruppen som trente tre styrketreningsøkter og én utholdenhetstrening i uken (styrke- og utholdenhetstøktene gjennomført på samme dag) hadde lik økning i maksimal muskelstyrke sammenlignet med gruppen som trente kun styrketrening, mens gruppen som trente tre styrkeøkter og tre utholdenhetsøkter hadde mindre økning i maksimal styrke sammenlignet med gruppen som kun trente styrke (Jones et al., 2016). Dette viser at treningsvolumet har en innvirkning for den negative effekten utholdenhetstrening kan ha på utviklingen av muskelstyrke.

To studier har rapportert at den negative effekten ikke var tilstede når styrke- og utholdenhetstreningen blir gjennomført på ulike dager med 2-3 styrke- og utholdenhetsøkter i uken (Glowacki et al., 2004; Robineau et al., 2016). Men den ene studien hadde en kort varighet på 7 uker (Robineau et al., 2016) og den andre ble gjennomført på utrente individer (Glowacki et al., 2004). Til min kjennskap er det ingen studier som har sammenlignet effekten av samtidig styrke- og utholdenhetstrening gjennomført på ulike dager, på moderat trente over en lengre periode med løping som utholdenhetstrening.

Flere tidligere studier har vist at den negative effekten kan være større på utviklingen av eksplosiv muskelstyrke enn maksimal muskelstyrke ved samtidig styrke- og utholdenhetstrening. Det har blitt vist at kraft ved høye forkortningshastigheter (Dudley & Djamil, 1985; Vikmoen, 2015) og RFD (Häkkinen et al., 2003) var redusert hos gruppen som trente samtidig styrke og utholdenhet sammenlignet med gruppen som trente kun styrketrening, men det var ingen forskjell mellom gruppene i utviklingen av kraft ved lave forkortningshastigheter. Det har også blitt vist redusert økning i hopphøyde hos gruppen som trente samtidig styrke- og utholdenhetstrening sammenlignet med gruppen som trente kun styrketrening tiltros for lik økning i 1RM og kraft ved lave forkortningshastigheter (Jones et al., 2016; Vikmoen, 2015). Men det er også studier som har funnet ingen forskjell i økningen i kraft ved høye forkortningshastigheter (Nelson et al., 1990) og hopphøyde (Kraemer, Vescovi, Volek, & Nindl, 2004) mellom gruppen som gjennomførte styrke- og utholdenhetstrening sammenlignet med gruppen som kun gjennomførte styrketrening. Grunnen til de sprikende funnene er også her uklart, men kan i studien av Nelson og kollegaer (1990) skyldes et lite utvalg (lav statistisk styrke).

Noen rapporterer redusert muskelvekst ved samtidig styrke- og utholdenhetstrening sammenlignet med kun styrketrening (Bell et al., 2000; Kraemer et al., 1995), men ikke alle finner dette (Häkkinen et al., 2003; McCarthy et al., 2002; Vikmoen, 2015). Grunnen til de ulike funnene er trolig de samme som er diskutert over for maksimal styrke. Siden løping trolig fører til en større negativ effekt på utviklingen av maksimal styrke enn sykling vil det kunne tenkes at løping også fører til en større negativ effekt på muskelvekst, siden muskelvekster en viktig faktor for økning i maksimal muskelstyrke (Narici et al., 1989). Til min kjennskap er det ingen studier som har sammenlignet effekten mellom løping og sykling på den negative effekten på muskelvekst.

Oppsummering. Det kan se ut til at man kan redusere den negative effekten av samtidig styrke- og utholdenhetstrening (løping) på utviklingen av maksimal muskelstyrke ved å ha et lavt volum av utholdenhetstrening og ved å gjennomføre styrke- og utholdenhetsøktene på ulike dager. Det er imidlertid ikke nok evidens til å kunne konkludere at den negative effekten blir borte ved å ha et lavt volum på utholdenhetstreningen og gjennomføre styrke og utholdenhetsøktene på ulike dager når

man følger moderat og godt trente individer over en lengre periode (over 8 uker). For utviklingen av eksplosiv muskelstyrke ser det ut til at det er en negativ effekt selv med lavt utholdenhetstreningvolum og når styrke- og utholdenhetsøktene blir gjennomført på ulike dager.

2.4.2 Effekten av samtidig styrke og utholdenhet på utviklingen av utholdenhetsprestasjon

Flere studier har sett på effekten av styrketrening på utholdenhetsprestasjon. En meta-analyse viste at styrketrening hverken har en positiv eller negativ effekt på utvikling av VO_{2maks} ved samtidig styrke- og utholdenhetstrening (Wilson et al., 2012). Til tross for at meta-analysen konkluderte med at styrketrening ikke hadde noen negativ effekt på utviklingen av VO_{2maks} er det studier som har rapportert ingen signifikant økning i VO_{2maks} etter samtidig etter en periode med styrke- og utholdenhetstrening mens gruppen som kun gjennomførte utholdenhetstrening hadde signifikant økning (Dolezal & Potteiger, 1998; Glowacki et al., 2004).

Flere studier har rapportert bedret løpsøkonomi ved å legge til tung styrketrening (Hoff, 2001; Johnson, Quinn, Kertzer, & Vroman, 1997; Millet et al., 2002; Storen, Helgerud, Stoa, & Hoff, 2008) eller plyometrisk styrketrening på muskelgrupper i strekkapparatet i beina (Paavolainen, Hakkinen, Hamalainen, Nummela, & Rusko, 1999; Sedano, Marin, Cuadrado, & Redondo, 2013) i tillegg til utholdenhetstreningen. Det er ulike teorier for bakgrunnen for denne bedringen i løpsøkonomi etter en periode med styrketrening. Senene og muskulaturens evne til å spare og gjenopprette elastisk energi fra den eksentriske fasen i et løpssteg er en faktor som er med på å bestemme oksygenkostanden ved løping (Anderson, 1996), og endring i fjærstivheten i muskler og sener i beina vil i teorien kunne bedre løpsøkonomien. Det er vist at styrketrening kan øke fjærstivheten til muskel-seneenheten i leggen og at det hadde sammenheng med bedring i løpsøkonomi (Millet et al., 2002). Bedret løpsøkonomi med styrketrening for leggmuskulatur har også blitt funnet av andre (Johnson et al., 1997; Millet et al., 2002; Sedano et al., 2013; Spurrs, Murphy, & Watsford, 2003). Det har i tillegg blitt foreslått at nervesystemet spiller en viktig rolle for reguleringen av muskelstivhet og utnytting av musklens elastisitet under strekkforkortningscykluser som løping (Kyrölänen, Komi, & Kim, 1991; Paavolainen et al., 1999).

Det er også studier som har funnet bedret løpsøkonomi etter en periode med tung styrketrening uten trening av leggmuskulatur (Støren et al., 2008). Dette indikerer at det kan være andre mekanismer etter tung styrketrening som kan bedre løpsøkonomi. En overgang fra muskelfibertype 2x til type 2a og økt tverrsnittsareal av muskelfibertype 1 har blitt foreslått å kunne føre til bedre løpsøkonomi (Rønnestad & Mujika, 2014). En overgang fra muskelfibertype 2x til 2a observert ved tung styrketrening (Staron et al., 1990) kan redusere oksygenforbruket på samme belastning, gitt at type 2X er aktivert ved pretest, siden 2a muskelfibre er en mer økonomisk muskelfiber enn type 2x (He, Bottinelli, Pellegrino, Ferenczi, & Reggiani, 2000). Økt tverrsnittsareal av muskelfibertype 1 vil gjøre at en større andel av kraftbehovet blir dekket av fibertype 1, som er en mer økonomisk fiber enn type 2a (He et al., 2000), og dermed kan energibehovet på samme belastning reduseres.

Siden løpsøkonomi er en faktor som er med på å bestemme hastigheten på laktatterskel eller en gitt laktatkonsentrasjon kan styrketrening dermed også ha effekt på hastighet på laktatterskel eller en gitt laktatkonsentrasjon. Noen rapporterer en økning i hastighet på en gitt laktatkonsentrasjon som følge av bedring i løpsøkonomi etter en periode med tung styrketrening (Guglielmo et al., 2009; Taipale, Mikkola, Vesterinen, Nummela, & Häkkinen, 2013), mens andre rapporterer ingen endring (Hoff, 2001). Grunnen til de sprikende resultatene er uvisst.

Styrketrening kan i teorien øke den anaerobe kapasiteten ved å øke mengde muskelmasse tilgjengelig ved et gitt arbeid. Dette støttes av tidligere studier som har rapportert økt gjennomsnittseffekt i en Winggatetest (maksimal innsats i 30 sekunder på en ergometersykkel), som er en test for anaerob energifrigjøring (Beneke, Pollmann, Bleif, Leithäuser, & Hütler, 2002), etter en periode med tung styrketrening (Chromiak et al., 2004; Vikmoen, 2015).

2.5 Periodisering av trening

Begrepet periodisering refererer til manipulering av treningsvariabler, blant annet motstand, volum, intensitet og type trening, innenfor spesifikke sykluser for å optimalisere prestasjonen i konkurranser (García-Pallarés, García-Fernández, Sánchez-Medina, & Izquierdo, 2010).

Røttene for tradisjonell periodisering går tilbake til 1950-tallet og er basert på utviklingen av flere fysiologiske egenskaper på samme tid og som regel lange treningsperioder for å utvikle de fysiologiske egenskapene (García-Pallarés et al., 2010; Issurin, 2008). I senere tid har tradisjonell periodisering blitt kritisert for å ha fokus på å utvikle for mange fysiologiske egenskaper samtidig fordi dette kunne føre til konflikt i adaptasjonene til trening. Tradisjonell periodisering kunne også føre til at treningsvolumet for å utvikle en spesifikk fysiologisk egenskap ble for liten for å få optimale adaptasjoner hos godt trente utøvere (Issurin, 2008).

På bakgrunn av kritikken for tradisjonell periodisering ble det utviklet en ny periodiseringsmodell kalt blokkperiodisering. Det grunnleggende prinsippet i denne modellen er å ha sykluser, også kalt blokker, med konsentrert treningsmengde med fokus på å utvikle få fysiologiske egenskaper samtidig. Disse blokkene har typisk en varighet på mellom 1-6 uker (Issurin, 2008; Rønnestad et al., 2014a; Rønnestad, Hansen, & Ellefsen, 2014b; Rønnestad, Hansen, Thyli, Bakken, & Sandbakk, 2016). Et stort treningsvolum i en kort periode med fokus på å utvikle få egenskaper har blitt foreslått å skape et større stimuli for adaptasjon, hindre mulig negative effekter av annen trening og dermed være mest optimal når flere fysiologiske egenskaper skal utvikles i samme periode (Issurin, 2008).

2.5.1 Effekten av blokkperiodisering av flere fysiologiske egenskaper

En type blokkperiodisering har vist å forbedre flere fysiologiske egenskaper som er viktig for prestasjon hos håndballspillere (Souza, Gomes, Leme, & Silva, 2006), basketballspillere (Moreira, Okano, Souza, Oliveira, & Gomes, 2005) og judo-utøvere (Marques, Franchini, Drago, Aoki, & Moreira, 2017). Disse studiene sammenlignet imidlertid ikke blokkperiodisering opp mot andre type periodiseringsmodeller, og man kan dermed ikke si om blokkperiodisering er mer optimal for å utvikle flere fysiologisk egenskaper enn andre periodiseringsmodeller. En studie gjort på elite kajakkutøvere, hvor de gjennomførte tradisjonell periodisering en sesong og en mer blokkperiodisering tilnærming neste sesong, konkluderte med at en mer blokkperiodiserings-tilnærming var mer effektiv i forbedring av kajakk-prestasjon sammenlignet med tradisjonell periodisering. I denne studien gjennomførte de både styrke- og utholdenhetstrening men det ble kun testet i kajakkprestasjon (García-Pallarés et al., 2010).

En annen studie rapporterte større økning i hopp høyde, benkpress og 10- og 20m sprint, og ingen forskjell i endring i halvknebøy og VO_{2maks} etter en periode med blokkperiodisering sammenlignet med tradisjonell periodisering av samtidig styrke- og utholdenhetstrening hos godt trente håndballspillere (Manchado, Cortell-Tormo, & Tortosa-Martínez, 2018). I denne studien ble det gjennomført ulik styrketrening i de ulike gruppene. Dermed vet man ikke om forskjellen mellom gruppene skyldes ulik styrketrening eller periodiseringsmodellen. I blokkperiodiseringsmodellene som ble gjennomført av Manchado og kollegaer (2018) og av Garcia-Pallares og kollegaer (2010), var styrke- og utholdenhetstreningen blokket uavhengig av hverandre. De hadde derfor ikke mesosykluser som hadde fokus på å forbedre enten styrke eller utholdenhet. Dermed var en av grunnprinsippene bak blokkperiodisering; prinsippet om at man ikke skal ha fokus på å forbedre flere fysiologiske egenskaper som kan ha negativ effekt på hverandre samtidig, ikke opprettholdt.

Til min kjennskap er det ingen studier som har sammenlignet effekten av blokkperiodisering av samtidig styrke- og utholdenhetstrening med tradisjonell periodisering hvor prinsippene bak blokkperiodisering er opprettholdt og volumet og intensiteten av styrke- og utholdenhetstrening var likt mellom gruppene.

2.5.2 Effekten av blokkperiodisering av enten styrke eller utholdenhetstrening

Flere studier har sammenlignet effekten av å blokkperiodisere kun styrke eller utholdenhetstrening (Baker, Wilson, & Carlyon, 1994; Bartolomei, Hoffman, Merni, & Stout, 2014; Buford, Rossi, Smith, & Warren, 2007; Rhea, Ball, Phillips, & Burkett, 2002; Rønnestad et al., 2014a; Rønnestad et al., 2014b; Rønnestad et al., 2016). Resultatene fra disse studiene kan ikke direkte overføres til forventet effekt av blokkperiodisering av samtidig styrke- og utholdenhetstrening, men kan muligens gi en indikator på mulige effekter av blokkperiodisering.

Tidligere studier har vist bedre effekt av å blokkperiodisere utholdenhetstreningen inn i HIT og LIT blokker i 4-12 uker på godt trente syklister (Rønnestad et al., 2014a; Rønnestad et al., 2014b) og langrennsløpere (Rønnestad et al., 2016) sammenlignet med tradisjonell periodisering. I disse studiene var begge gruppene matchet på antall HIT økter og treningsvolum som tilsvarte LIT. Kun organiseringen av HIT øktene var forskjellen mellom gruppene. I studien gjennomført på langrennsløpere hadde

blokkperiodiserings-gruppen større relativ økning i effekt på en progressiv utmattelsestest sammenlignet med tradisjonell periodiserings-gruppen og kun blokkperiodiserings-gruppen hadde økning i VO_{2maks} (Rønnestad et al., 2016). I studiene gjennomført på syklistere hadde blokkperiodiserings-gruppen signifikant større relativ økning i VO_{2maks} , etter 4 og 12 uker, og en tendens til større økning i effekt på 2 mmol/L laktat etter 12 uker sammenlignet med tradisjonell periodiserings-gruppen (Rønnestad et al., 2014a; Rønnestad et al., 2014b). Ikke alle rapporterer bedret utholdenhetsprestasjon etter blokkperiodisering sammenlignet med tradisjonell periodisering (McGawley et al., 2017). I denne studien gjennomførte blokkperiodisering kun LIT økter i uke 1, 9 HIT økter i uke 2 og kun LIT økter i uke 3, mens tradisjonell periodisering gjennomførte tre HIT økter i uke 1, 2 og 3 med LIT økter jevnt fordelt over alle 3 ukene. Det var ingen forskjell mellom gruppene i distanse dekket på HIT øktene, VO_{2maks} , arbeidsøkonomi eller prestasjon på en 600m test (McGawley et al., 2017). Grunnen til de sprikende resultatene kan skyldes kort treningsperiode, kort tid mellom HIT blokken og posttest eller antall HIT økter gjennomført.

En mulig grunn til at godt trente utholdenhetsutøvere kan ha bedre effekt av blokkperiodisering kan skyldes at tradisjonell periodisering ikke skaper ett optimalt stimuli til endringer i utholdenhetsprestasjon over tid, mens de intensive blokkene med HIT økter skaper et større stimuli for fysiologiske adaptasjoner (Issurin, 2016). Det har blitt vist redusert molekyllær respons i markører som indikerer adaptasjoner til utholdenhetstrening akutt etter en identisk økt etter en periode med utholdenhetstrening sammenlignet med før en treningsperiode (Benziane et al., 2008; Stepto et al., 2012). Det kan tenkes at ved blokkperiodisering av utholdenhetstreningen vil man kunne opprettholde den akutte molekyllære responsen etter en utholdenhetssøkt over en lengre periode. Dette støttes av en annen studie som rapporterte ulik akutt molekyllær respons etter en utholdenhetssøkt etter en periode med lavere treningsvolum og mindre HIT økter sammenlignet med samme økt etter en hard treningsperiode (Luden et al., 2010). For utrente og moderat trente individer har det blitt foreslått at tradisjonell periodisering vil skape et tilstrekkelig stimuli for fysiologiske adaptasjoner og at blokkperiodisering ikke vil gi ytterligere forbedring (Issurin, 2016), men til min kjennskap er det ingen studier som har sammenlignet blokkperiodisering og tradisjonell periodisering hos utrente eller moderat trente som har matchet treningsvolum i de ulike sonene.

Betydningen av et høyt volum av LIT mellom blokkene av HIT under blokkperiodisering av utholdenhetstrening er uvisst. Dermed kan man ikke vite om blokkperiodisering av kun HIT økter eller blokkperiodisering av samtidig styrke- og utholdenhetstrening med konsentrerte blokker av HIT økter og blokker med styrketreningsøkter vil kunne skape større fysiologiske adaptasjoner enn tradisjonell periodisering i indikatorer for utholdenhetsprestasjon, slik det har blitt observert ved blokkperiodisering av HIT og LIT økter.

Flere studier har sammenlignet ulike blokkperiodiserings-modeller av styrketrening, der motstand og antall repetisjoner varierer mellom hver blokk, opp mot andre periodiseringsmodeller (Baker et al., 1994; Bartolomei et al., 2014; Buford et al., 2007; Painter et al., 2012; Rhea et al., 2002). En meta-analyse konkluderte med at periodisert styrketrening fører til større økning i maksimal styrke enn ikke periodisert styrketrening (Williams, Toluoso, Fedewa, & Esco, 2017), men det er ikke konsensus i litteraturen hvilken periodiseringsmodell som er mest optimal i utviklingen av maksimal muskelstyrke (Baker et al., 1994; Bartolomei et al., 2014; Buford et al., 2007; Painter et al., 2012; Rhea et al., 2002).

I studiene som har sammenlignet ulike periodiseringsmodeller reduseres motstanden når antall repetisjoner økes (Baker et al., 1994; Bartolomei et al., 2014; Buford et al., 2007; Painter et al., 2012; Rhea et al., 2002). Ved å regne treningsvolum som antall repetisjoner * motstand var treningsvolumet i hver blokk i disse studiene dermed relativt likt. Ved blokkperiodisering av samtidig styrke- og utholdenhetstrening vil det være naturlig at treningsvolumet av styrketrening variere i større grad mellom hver blokk avhengig av om man har fokus på å utvikle styrke eller utholdenhet. Dermed vil blokkperiodiserings-modellen av styrketreningen ved samtidig styrke- og utholdenhetstrening være ulike blokkperiodiserings-modellene som har blitt gjennomført med styrketrening tidligere.

2.5.3 Teoretisk bakgrunn for blokkperiodisering av styrke og utholdenhet

For at blokkperiodisering av samtidig styrke- og utholdenhetstrening i teorien skal kunne skape større fysiologiske adaptasjoner enn tradisjonell periodisering må utviklingen av både styrke og utholdenhet samtidig (tradisjonell periodisering) ha en negativ effekt på hverandre, og/eller at et mer konsentrert treningsvolum i kortere

perioder vil skape større fysiologiske adaptasjoner enn samme treningsvolum jevnt fordelt over hele perioden. Som tidligere diskutert vil gjennomføring av styrke- og utholdenhetstrening på ulike dager samt ha et lavt volum på utholdenhetstrening sannsynligvis ikke ha en negativ effekt på utviklingen av maksimal muskelstyrke. Det ser imidlertid ut til at samtidig styrke- og utholdenhetstrening kan ha en negativ effekt på utviklingen av eksplosiv muskelstyrke, selv ved lavt treningsvolum og når styrke- og utholdenhetstrening blir gjennomført på ulike dager. Det ser ikke ut til at styrketrening har en negativ effekt på utvikling av utholdenhetsprestasjon.

Det kan se ut til at et mer konsentrert volum av HIT øker i korte perioder skaper større fysiologiske adaptasjoner i utholdenhetsprestasjon hos godt trente, men effekten av et mer konsentrert volum av HIT øker i korte perioder ved samtidig styrke- og utholdenhetstrening på moderat trente er uvisst. Effekten av blokkperiodisering av styrketrening, hvor treningsvolumet varierer i stor grad mellom blokkene, har ikke tidligere blitt studert.

Utviklingen av maksimal styrke, eksplosiv styrke og utholdenheter er viktig for effektiv utførelse av flere militære oppgaver og for prestasjon i flere idretter. Til tross for at blokkperiodisering har blitt foreslått å være mer optimal i utviklingen av flere fysiologiske egenskaper samtidig har ikke effekten av blokkperiodisering blitt sammenlignet med tradisjonell periodisering av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. Hensikten med denne studien er derfor å sammenligne blokkperiodisering og tradisjonell periodisering av samtidig styrke- og utholdenhetstrening på utviklingen av maksimal styrke, eksplosiv styrke, mager kroppsmasse, utholdenhetsprestasjon og indikatorer på utholdenhetsprestasjon.

3 Metode

3.1 Utvalg

Totalt ble 17 og 16 kvinner og menn rekruttert fra cyberforsvarets ingeniør-høgskole på Jørstadmoen og Høgskolen i Innlandet, campus Lillehammer. Deltakerne skulle ha trent ≤ 4 timer utholdenhetstrening i uken og ≤ 2 økter med styrketrening i uken det siste året. Soldater og studenter med tidligere skader som forhindret dem å gjennomføre styrke- eller utholdenhetstrening, røykere og soldater med symptomer for dårlig helse eller rapporterte sykdommer ble ekskludert fra studien. Alle forsøkspersonene (FP) ga skriftlig informert samtykke til å delta (se vedlegg). Etter pretest ble FP stratifisert randomisert med VO_{2maks} og 1 repetisjon maksimum (RM) test i beinpress som stratifiseringsfaktorer, inn i enten blokkperiodiseringsgruppen (BLOKK) eller tradisjonell periodiseringsgruppen (TRAD). Tre FP i BLOKK fullførte ikke treningsintervensjonen grunnet skade og ukjente grunner, og fire FP fra TRAD fullførte ikke treningsintervensjonen grunnet sykdom og skade. Disse ble ikke tatt med i analysen. Dette gjør at det var 14 FP (7 soldater og 7 studenter) i BLOKK, og 12 FP (5 soldater og 7 studenter) i TRAD. Det var ingen forskjell i alder, høyde, vekt, fettprosent og VO_{2maks} i forkant av treningsintervensjonen ($p > 0,1$; tabell 3.1).

Tabell 3.1 Antropometriske data før intervensjonsperioden for gruppen som gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) og tradisjonell periodisering (TRAD) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening.

	BLOKK		TRAD	
	♂ (n = 9)	♀ (n = 5)	♂ (n = 8)	♀ (n = 4)
Alder (år)	24 ± 5	22 ± 2	24 ± 4	22 ± 1
Høyde (cm)	184 ± 6	166 ± 5	176 ± 5	169 ± 4
Vekt (kg)	76,7 ± 5,3	64,4 ± 6,7	73,1 ± 6,3	68,6 ± 10,6
Fettprosent (%)	19,0 ± 3,1	29,0 ± 7,0	17,5 ± 3,5	29,1 ± 4,1
VO_{2maks} (ml * min ⁻¹ * kg ⁻¹)	59,2 ± 3,7	48,8 ± 5,0	59,0 ± 3,1	45,7 ± 3,7

Verdier er oppgitt i gjennomsnitt ± standardavvik

3.2 Eksperimentelt design

Designet på studien var en randomisert kontrollert intervensjonsstudie. Under treningsintervensjonen trente både BLOKK og TRAD 4 ganger i uken, med noen unntak. BLOKK hadde mesosykluser på en uke hvor fokuset var på å utvikle enten muskelstyrke eller utholdenhet og vedlikeholde den andre egenskapen. TRAD hadde likt fokus på både å utvikle muskelstyrke og utholdenhet hver uke gjennom hele perioden. Styrke- og utholdenhetstreningsoktene som ble gjennomført var lik for begge grupper, kun organiseringen av øktene er ulikt mellom gruppene.

Før (pre) og etter 13 uker (post) med trening ble det testet i utholdenhetsprestasjon og indikatorer for utholdenhetsprestasjon, maksimal og eksplosiv muskelstyrke i bein, maksimal muskelstyrke i overkropp og kroppssammensetning. Prosjektet ble godkjent av lokal etisk komité ved Høgskolen i Innlandet (se vedlegg) og ble gjennomført i henhold til Helsinki deklarasjonen.

3.3 Selvrapportert treningsstatus

I forkant av studien ble treningsstatus registret. FP noterte ned antall timer gjennomført av utholdenhetstrening per uke de siste 3 månedene fordelt på lav, moderat og høy intensitet, samt styrke- og stabilitetstrening. Lav intensitet tilsvarte intensitet hvor man klarte å ligge på belastningen over en lengre periode (<45 min) og klarte å prate forholdsvis uanstrengt, for eksempel rolig langkjøring. Moderat intensitet tilsvarte intensitet som var behagelig anstrengende, for eksempel hurtig langkjøring og lengre intervaller. Høy intensitet tilsvarte intensitet hvor man kun klarer å si enkle ord, for eksempel intensive intervaller og hurtige bakkeløp.

Det var ingen forskjell mellom BLOKK og TRAD i gjennomsnittlig treningstimer per uke siste 3 månedene i forkant av pretest i noen av intensitetssonene, totalt utholdenhetstrening, styrketrening eller stabilitetstrening ($p > 0,1$; tabell 3.2).

Tabell 3.2 Selvrapportert antall timer gjennomført per uke av utholdenhetstrening i ulike soner, totalt utholdenhetstrening, styrketrening og stabilitetstrening i uken siste 3 månedene i forkant av pretest for gruppen som gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) og tradisjonell

	BLOKK (n = 14)	TRAD (n = 12)
Utholdenhet		
Lav intensitet	0,9± 1,0	1,5± 1,4
Moderat intensitet	1,7± 1,3	1,2± 0,8
Høy intensitet	0,3± 0,4	0,6± 0,6
Totalt utholdenhetstrening	2,9± 1,9	3,4± 2,0
Styrketrening	1,7± 1,3	2,6± 1,6
Stabilitetstrening	0,4± 0,4	0,8± 0,6

Verdier er oppgitt i gjennomsnitt ± standardavvik

3.4 Tester

I forkant av første testperiode ble det gjennomført tilvenningstester i VO_{2maks}-test (uten munnstykke), svikthopp, 1RM beinpress, eksplosiv styrketest i beinpress og 1RM benkpress (tabell 3.3). Det ble i tillegg gjennomført to submaksimale drag på 5 minutter med måling av [La⁻] etter endt drag for å bestemme hastighet på første drag under laktatprofiltesten under pretest.

Før og etter 13 uker med trening ble det gjennomført 4 testdager (tabell 3.3). Etter 5 uker med trening ble det i tillegg gjennomført midttester, men de blir ikke inkludert i denne oppgaven.

Tabell 3.3 Oversikt over tester gjennomført på tilvenning, før (Pre) og etter (Post) en 13 ukers treningsintervensjon hvor en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering og en gruppe gjennomførte blokkperiodisering av samtidig styrke- og utholdenhetstrening.

Dag	Test	Tilvenning	Pre	Post
1	DEXA		X	X
2	Laktatprofiltest		X	X
	VO _{2maks} -test	X	X	X
3	Svikthopp	X	X	X
	1RM beinpress	X	X	X
	Eksplosiv styrketest i beinpress	X	X	X
	1RM benkpress	X	X	X
4	3000 m-test		X	X

DEXA (dual energi x-ray absorptiometry), VO_{2maks} (maksimalt oksygenopptak), RM (repetisjon maksimum)

3.4.1 Testdag 1

Kroppssammensetning

FP var fastende og fikk beskjed om å ikke ha en treningsøkt dagen før. Måling av kroppssammensetning ble gjort ved hjelp av dual energi x-ray absorptiometry (DEXA) av typen Prodigy Series X-Ray Tube Housing Assembly/Prodigy/DPX series (GE Medical Systems – Lunar, Wisconsin, USA). Samme person plasserte omrisset av de ulike kroppsdelenene i dataprogrammet på alle testene. Total mager kroppsmasse, mager kroppsmasse i bein og armer, samt fettmasse og fettprosent ble inkludert. Bein ble definert fra hoftekammen og diagonalt gjennom lårhalsen ned til tærne. Armer ble definert fra midten av skulderleddet. Under testdag 1 ble det også gjennomført muskelbiopsi av *m. vastus lateralis* og måling av hemoglobinmasse, men disse variablene blir ikke inkludert i denne oppgaven.

3.4.2 Testdag 2

Laktatprofiltest og VO_{2maks} -test på tredemølle

Under testdag 2 ble det gjennomført laktatprofiltest og VO_{2maks} -test på tredemølle. Testene ble gjennomført på to ulike tredemøller, Lode Katana Sport (*Lode B.V Medical Technology, Groningen, The Netherlands*) eller Woodway Desmo-Evo (*Woodway, Waukesha, Wisconsin, USA*). Hver FP gjennomførte alle testene på samme tredemølle. Kroppsvekt ble målt i forkant av laktatprofiltest ved hjelp av SECA-vektmåler (*SECA 6mBH & co, Germany*) og denne vekten ble brukt i de statistiske analysene. FP skulle spise senest en time før test og ble bedt om å spise tilnærmet det samme før pre- og posttest.

Laktatprofiltesten startet på mellom 7 og 9 km/t, avhengig av tilvenningstesten, og hadde en konstant stigning på 1,5 % stigning. Hvis det ble gjennomført flere enn 6 drag på pretest økte starthastigheten på laktatprofiltesten med 1 km/t på posttest. Hvert drag varte i 5 minutter. FP pustet gjennom et munnstykke (*Hans Rudolf Instr, USA*) fra to til fem minutter av draget og oksygenopptak (VO_2) og respiratorisk utvekslingskvotient (RER) ble målt ved hjelp av et datametabolsk måleinstrument kalt Oxycon Pro med miksekammer (*Oxycon Pro, Erich Jaeger, Hoechberg, Germany*). Ekspirasjonsgassen i miksekammeret ble analysert med 30 sek intervaller og gjennomsnittet fra de siste 2,5 minuttene for VO_2 og RER ble brukt i den statistiske analysen. Oxycon Pro med miksekammer har vist å gi presise og valide målinger ved korte testperioder og repeterte målinger over lengre tid (*Foss & Hallén, 2005*). Puls ble målt med Polar M400 (*Polar, Kempele, Finland*) og gjennomsnittet av de siste 2 minuttene ble brukt i de statistiske analysene. Etter endt drag hoppet FP til siden og det ble tatt blod fra fingertuppen samt FPs subjektive oppfattelse av anstrengelse rapportert ved hjelp av Borgs 6-20 skala (*Borg, 1982*) (se vedlegg). Blodet ble analysert for $[La^-]$ ved hjelp av Biosen C-line lactate analyzer (*EKF Diagnostic GmbH, Barleben, Germany*). Ved $[La^-]$ under 3 mmol/L økte hastigheten med 1 km/t neste drag. Var $[La^-]$ over 3 mmol/L økte hastigheten med 0,5 km/t. Når FP oppnådde en $[La^-]$ på 4 mmol/L eller over ble laktatprofiltesten avsluttet.

Etter endt laktatprofiltest fikk FP fem minutter pause (5 km/t på 1,5 % stigning) før $VO_{2\text{maks}}$ -test ble gjennomført. $VO_{2\text{maks}}$ -testen var en trappetrinnsprotokoll hvor farten økte med 1 km/t hvert minutt med en konstant stigning på 5,5 %. Kvinnene startet testen på 7 km/t og mennene startet på 8 km/t. FP ble instruert til å løpe til utmattelse og ble verbalt motivert under hele testen for å sikre maksimal innsats. Etter utmattelse ble hastighet, tid til utmattelse (TTU) og opplevd anstrengelse rapportert ved Borgs 6-20 skala (Borg, 1982) registret. HF ble kontinuerlig målt med Polar m400 og HF_{maks} ble registret som den høyeste verdien. Ett minutt etter endt test ble HF registret ($HF_{1\text{min}}$) registrert og blod ble tatt fra fingertupp og analysert for $[La^-]$ med samme instrument som under laktatprofiltesten. FP løp med munnstykket i munnen hele $VO_{2\text{maks}}$ -testen. $VO_{2\text{maks}}$ og RER_{maks} ble notert som gjennomsnittet av de to høyeste målingene etter hverandre.

Løpsøkonomi ble definert som oksygenopptak normalisert for kroppsvekt^{0,75} på på 70 % av maksimal aerob hastighet (MAH) fra pretest. Dermed vil en reduksjon i oksygenopptak på denne hastigheten tilsvare bedret løpsøkonomi. MAH ble definert som hastighetspunktet der den horisontale linjen som representerer $VO_{2\text{maks}}$ møter den ekstrapolerte lineær regresjonslinjen dannet fra VO_2 -målingene fra laktatterskeltesten. Det har vist at oksygenopptaket ikke stiger lineært med kroppsvekt ved løping (Bergh, Sjödin, Forsberg, & Svedenhag, 1991). Det har derfor blitt foreslått at oksygenopptak normalisert til kroppvekt^{0,75} er en mer korrekt metode og presentere oksygenopptak på, spesielt ved ulik eller endring i kroppsvekt (Helgerud, 1994; Støren et al., 2008)

Hastighet på 4 mmol/L $[La^-]$ og VO_2 på 4 mmol/L $[La^-]$ ble kalkulert ved hjelp av lineær regresjon ved å plote henholdsvis hastighet og VO_2 som en funksjon av $[La^-]$. For kalkulering av VO_2 på 4 mmol/L $[La^-]$ i % av $VO_{2\text{maks}}$ ble det benyttet VO_2 normalisert for kroppsvekt^{0,75} og $VO_{2\text{maks}}$ normalisert for kroppsvekt^{0,75}. Verdier fra en FP i BLOKK ble ekskludert fra den statistiske analysen for hastighet på 4 mmol/L $[La^-]$, VO_2 på 4 mmol/L $[La^-]$ og VO_2 på 4 mmol/L $[La^-]$ som prosent $VO_{2\text{maks}}$ på grunn av at laktatprofiltesten ble avbrutt for tidlig trolig grunnet feilmåling.

Mellom hver FP ble gassanalysatoren kalibrert. Gassanalysatoren ble kalibrert med sertifisert kalibreringsgass med kjent konsentrasjon (15,0 % O_2 , 5,85 % CO_2 og restgass N) og romluft. Luftstrømssturbinen for volummåling av ekspirasjonsgass (Triple V,

Erich Jaeger, Hoechberg, Germany) ble kalibrert manuelt mellom hver FP med en 3 L 5530 serie kalibreringspumpe (Hans Rudolph, Kansas City, MO, USA). Tillegg ble trykk, temperatur og luftfuktighet ble kalibrert mellom hver FP.

3.4.3 Testdag 3

På testdag 3 ble det først gjennomført svikthopp på kraftplattform, deretter 1RM beinpress, eksplosiv styrketest i beinpress og 1RM benkpress. Det var samme rekkefølge på testene under pre- og posttest.

Svikthopp

I forkant av svikthopp testen gjennomførte FP en oppvarming på 10 minutter på en ergometersykkel med en intensitet tilsvarende 9-11 på Borgs 6-20 skala (Borg, 1982). FP gjennomførte i tillegg to oppvarmingshopp vedsiden av kraftplattformen. Svikthopp ble gjennomført på en kraftplattform (Biomekanikk AS, Oslo, Norge) uten skotøy. Hendene var plassert på hoften under hele testen. FP ble instruert i å gå dypt ned med hofta under svikten, ha blikket fremover på et markert punkt på veggen og hoppe så høyt som mulig. Det ble gitt verbal motivasjon slik at FP skulle ha maksimal innsats. Hopp høyde i cm ble notert og det høyeste hoppet ble brukt i statistiske analysene. Det var 30 sekunder pause mellom hvert hopp og testen ble avsluttet når hopp høyden var lavere enn tidligere hopp og FP følte den hadde hoppet sin maksimale høyde. FP gjennomførte normalt mellom tre til fem hopp. Vertikal hopp høyde ble kalkulert fra impulsene fra reaksjonskreftene fra underlaget. To FP fra BLOKK klarte ikke gjennomføre testen med maksimal innsats på grunn av skade. Disse ble ekskludert fra den statistiske analysen.

1RM beinpress

Maksimal konsentrisk muskelstyrke i bein ble målt i beinpress (Keiser AIR300 Leg Press, USA; figur 3.1). Seteinstilling ble avgjort individuelt for hver FP av testleder under tilvenningstest og samme seteinstilling ble brukt under tilvenning, pre- og posttest. Målet var at FP skulle ha omtrent 90 grader i kneleddet. Hvileposisjon og utgangsposisjon før hver repetisjon var med flektert kne (figur 3.1, a) og hver repetisjon startet med konsentrisk muskelarbeid. Mennenes oppvarming besto av 10 repetisjoner på 100 kg, 8 repetisjoner på 140 kg og 5 repetisjoner på 170 kg. Kvinnenes oppvarming besto av 10 repetisjoner på 80 kg, 8 repetisjoner 110 kg og 5 repetisjoner på 140g.

Etter oppvarming økte vekta til 90 % av 1RM oppnådd under tilvenning og kun 1 repetisjon skulle utføres. Hendene skulle holdes i håndtakene på siden av setet og rumpa skulle være i kontakt med sete under hele løftet. Ved godkjent løft økte vekten med 5 til 15 kg helt til FP ikke klarte å et godkjent løft. Godkjent løft ble definert som full ekstensjon i kneleddet. Det var 1 minutt pause mellom hvert forsøk. Den maksimale vekten FP fikk godkjent ble brukt i statistisk analyse.



Figur 3.1 Utgangsposisjon (a) og godkjent løft (b) for 1 RM beinpress og eksplosiv styrketest i beinpress.

Eksplosiv styrketest i beinpress

Etter fullført 1RM beinpress fikk FP to minutter pause før de gjennomførte eksplosiv styrketest i beinpress. Testen ble gjennomført i samme apparat som 1 RM beinpress og testen var programmert i programvaren til beinpress apparatet. FP skulle forsøke å ha maksimal hastighet i konsentrisk fase på hver repetisjon. Testen startet med to prøveløft på 14,3 % av FP sin 1 RM i beinpress. Deretter fulgte ti løft med følgende motstand oppgitt i prosent av FP sin 1 RM: 14,3 %, 24 %, 33,4 %, 42,7 %, 52,3 %, 62 %, 71,3 %, 80,9 %, 90,5 % og 99,7 %. Pausene mellom første og andre repetisjon var på 5 sekunder og ble gradvis lengre for hver repetisjon. Pausen mellom repetisjon 9 og 10 var på 40 sekunder. Antall sekunder pause mellom de ulike repetisjonene var lik under pre- og posttest. Ut ifra effekten som ble produsert (kraft*hastighet) på hver repetisjon lagde

programvaren en effektskurve. Programvaren definerte maksimal effekt (E_{maks}) som toppen av denne kurven.

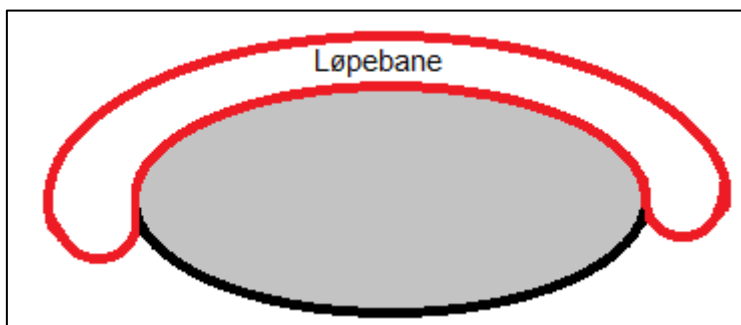
1RM benkpress

For å måle maksimal dynamisk muskelstyrke i overkropp ble det gjennomført 1 RM-test i benkpress. Samme benk som under styrketreningen ble benyttet (figur 3.3, d). Oppvarming besto av ti repetisjoner med 20 kg og seks repetisjoner med 30-50 kg. Alle kvinnene gjennomførte andre oppvarmingsserie med 30 kg. Deretter økte vekten tilsvarende 95 % av 1RM oppnådd ved tidligere test. Ved pretest ble 1RM fra tilvenningstest brukt. Håndbredde på stangen ble standardisert for hver FP og samme håndbredde ble brukt under alle testene. Kriterier for godkjent løft var en rolig og jevn eksentrisk fase, stangen måtte ha kontakt med brystet og full ekstensjon i albueleddet i slutten av den konsentriske fasen måtte forekomme. Ved godkjent løft økte vekten med minimum 2,5 kg til FP ikke klarte et godkjent løft. Det var 2 minutter pause mellom hvert forsøk. Den høyeste vekten med godkjent løft ble definert som 1RM benkpress og ble brukt i de statistiske analysene.

3.4.4 Testdag 4

3000 m-test

Gjennomføringen av 3000 meter-test ble gjort inne på en løpebane i Håkons hall, Lillehammer Olympiapark. Løpebanen var 362 meter lang og hadde en spesiell form (figur 3.2). Banen hadde to krappe svinger og langsiden gikk parallelt.



Figur 3.2 Banen (rød linje) til 3000 meter-test.

Fordi banen var 362 meter startet forsøkspersonene på ett startpunkt, og etter å ha løpt 104 meter passerte de et «sluttpunkt». Når forsøkspersonene hadde passert dette punktet

ni ganger, ble sluttid registrert ved hjelp av stoppeklokke (*Garmin forerunner 620, Sveits*). Forsøkspersonene gjennomførte 30 min oppvarming hvor de ble instruert i å ligge mellom 12 og 13 på borg skala med noen stigningsdrag mot slutten av oppvarmingen. Deretter startet de i puljer på 2 eller 3. Samme puljene løp sammen i begge testperioder. Forsøkspersonene i hver pulje hadde 20 sekunders intervall mellom hverandre.

3.5 Treningsintervensjon

Treningsintervensjonen ble delt i mesosykluser på en uke. BLOKK gjennomførte enten en mesosyklus med fokus på utvikling av muskelstyrke, som normalt besto av tre styrkeøkter og en utholdenhetsøkt, eller en mesosyklus med fokus på utvikling av utholdenhet, som normalt besto av tre utholdenhetsøkter og en styrketreningsøkt. TRAD gjennomførte mesosykluser med likt fokus på både å utvikle muskelstyrke og utholdenhet, som normalt besto av to styrketreningsøkter og to utholdenhetstreningsøkter. Grunnet militærøvelse og midtttest ble det noen uker med færre økter. For detaljert periodiseringsmodell se tabell 3.4.

På grunn av praktiske grunner ble de aller fleste treningsøktene gjennomført i ukedagene. Hvis noen ikke hadde mulighet til å gjennomføre en treningsøkt på det tidspunktet som var satt opp ble det planlagt en annen tid på dagen eller en annen dag samme uke. Hvis FP ikke kunne gjennomføre en treningsøkt den planlagte uken ble det planlagt å ta den igjen en annen uke. FP som var i BLOKK tok igjen økten en uke hvor det den aktuelle egenskapen som skulle trenes var i fokus. FP som var i TRAD tok igjen økten hvilken som helst uke.

Tabell 3.4 Oversikt over antall styrke- og utholdenhetstreningssøkter, samt antall repetisjoner gjennomført på de ulike styrketreningssøktene for gruppen som gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) og tradisjonell periodisering (TRAD) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening.

	Uke nr	Uke	BLOKK					TRAD						
			UTH	STR	Økt 1 (RM)	Økt 2 (RM)	Økt 3 (RM)	Økt 4 (RM)	Rep totalt	UTH	STR	Økt 1 (RM)	Økt 2 (RM)	Rep totalt
Tilvenning	33		-	-						-	-			
Pre test	34		-	-						-	-			
	35	1	1	3	10	12	8		30	2	2	10	12	22
	36	2	3	1	10				10	2	2	8	10	18
	37	3	1	1	12				12	1	1	12		12
	38	4	1	3	10	12	8		30	2	2	8	10	18
	39	5	3	1	8				8	2	2	12	8	20
	40	6	1	1	6				6	1	1	6		6
	41	7	3	1	8				8	2	2	8	10	18
	42	8	1	3	8	10	6		24	2	2	6	10	16
	43	9	4	0					0	2	2	8	4	12
	44	10	0	4	8	10	6	4	28	2	2	6	8	14
	45	11	3	1	8				8	2	2	6	8	14
	46	12	1	3	6	8	4		18	2	2	4	8	12
	47	13	2	2	6	4			10	2	2	6	4	10
Post test	48	14	-	-						-	-			
		Total	24	24					192	24	24			192

UTH (utholdenhetssøkter), STR (styrketreningssøkter), RM (repetisjon maksimum), Rep (repetisjoner).

3.5.1 Styrketrening

TRAD gjennomførte to styrkesøkter i uken mens BLOKK gjennomførte annenhver uke tre og én styrketreningssøkt, med noen unntak (tabell 3.4). FP varmet opp til styrketreningen med 10 minutter sykling med en motstand tilsvarende 12-13 på borgs 6-20 skala (Borg, 1982). Styrkeøvelsene som ble gjennomført samt rekkefølgen på øvelsene var knebøy, beinpress, knefleksjon, benkpress, nedtrekk, sittende skulderpress og sittende albuefleksjon. Det ble gjennomført 3 serier med 2 minutters pause i hver øvelse samt oppvarmingsserier. I forkant av knebøy og benkpress ble det gjennomført to oppvarmingsserier med 10 repetisjoner. Den første oppvarmingsserien ble gjennomført

med stangen (20kg), mens vekten på andre oppvarmingsserie var selvvalgt, men lå normalt mellom 30-40 % av 1RM. Før de resterende styrkeøvelsene ble det gjennomført en oppvarmingsserie med 10 repetisjoner med en selvvalgt motstand som normalt var mellom 30-40 % av 1RM.

Antall repetisjoner på seriene og øvelsene var lik gjennom hele økten men varierte fra økt til økt. I uke 1-4 varierte motstanden fra 12-8RM, i uke 5-8 fra 10-6RM og i uke 9-13 fra 8-4RM (tabell 3.4). Hvis FP hadde følelsen av at han/hun kunne gjennomføre flere repetisjoner etter at riktig antall repetisjoner var gjennomført ble motstanden økt til neste serie. Hvis FP ikke klarte å gjennomføre riktig antall repetisjoner ble de resterende repetisjonene assistert. Under hver styrketreningsøkt ble antall kg løftet per serie notert i individuelle treningsdagbøker. Det ble også notert om serien var lett, ok eller tung. For å sikre progresjon og korrekt teknikk var det en veileder tilstede under styrkeøkterne, med unntak av noen få økter hvis FP ikke hadde mulighet til å gjennomføre økten på planlagt tidspunkt. Veilederne som var tilstede under styrke- og utholdenhetstreningen var meg, Phd stipendiat Sjur Øfsteng eller tredje års studenter på bachelor i idrettsvitenskap på Høgskolen i Innlandet.

Under gjennomføringen av knebøy skulle FP senke seg ned til like under 90 grader i kneleddet. Hver repetisjon av knebøy måtte gjennomføres med god teknikk. Hvis teknikken førte til økt risiko for skade gikk man ned i antall kilo på neste serie. Beinpress ble gjennomført i en 45graders beinpress maskin (figur 3.3, b). Ved første styrketreningsøkt ble dybden i beinpress målt for hver FP. Langs siden av beinpress apparatet var det notert centimeter. Antall centimeter ved riktig knevinkel ble notert for hver FP og dybden for hver repetisjon ble nøye observert i hver treningsøkt. Knevinkelen i den nederste fase i beinpress skulle være omtrent lik som knevinkelen under 1RM beinpresstesten. Knefleksjon ble gjennomført i et liggende treningsapparat (figur 3.3, c). FP ble instruert i å prøve å treffe baksiden av låret med helen. Repetisjoner som tilsvarte 90 grader eller mindre i kneleddet ble godkjent.

Benkpress ble gjennomført med stang på en horisontal benk (figur 3.3, d). Nedtrekk ble gjennomført sittende på en benk (figur 3.3, e). FP skulle trekke ned til under haka og strekke helt ut på toppen. Det var fokus på god teknikk i hver repetisjon. Kriterier for god teknikk var lave skuldre og samle skulderbladene sammen. Hvis de tekniske

momentene ikke ble opprettholdt ble vekten justert. Skulderpress ble gjennomført sittende uten ryggstøtte med stang (figur 3.3, f) og albuefleksjon ble gjennomført sittende med albuen på innsiden av låret (figur 3.3, g). Overkroppen skulle være helt i ro under hele repetisjonen. Fra uke 2 av treningsintervensjonen inntok FP 0,27 g/kg proteinpulver av typen 100 % whey protein (Proteinfabrikken AS, Stokke, Norge) oppløst i vann i etterkant av hver styrketreningsøkt. 100 % whey protein inneholdt 392 kcal, 8,1g fett, 7,9g karbohydrat og 71,8g protein per 100g.



Figur 3.3 bilde av styrkeøvelsene knebøy (a), beinpress (b), kne fleksjon (c), benkpress (d), sittende nedtrekk (e), skulderpress (f) og albuefleksjon (g).

3.5.2 Utholdenhetstrening

TRAD gjennomførte to utholdenhetsøkter i uken og BLOKK gjennomførte en eller tre utholdenhetstreningøkt annenhver uke, med noen unntak (tabell 3.4). De dagene begge gruppene hadde utholdenhetstrening gjennomførte de treningen sammen.

Utholdenhetstreningen ble gjennomført i en rundløype ute. Grunnet logistikk trente studentene og soldatene på ulike steder. Soldatene kunne velge mellom en kort (800m) og en lang runde (1300m), mens Studentene løp en runde som tilsvarte omtrent 1000m og var litt kupert.

FP varmet opp i 20 minutter på belastning tilsvarende 12-13 på Borg's skala (Borg, 1982). Etter oppvarming ble det gjennomført 4*5min intervaller i uke 1-4 og 5*5min

intervaller i uke 5-13 med 2 min og 30 sekunder pause mellom intervallene. FP ble instruert til å løpe lengst mulig på hvert intervalldrag og løpe omtrent like langt på hvert drag. Under øktene var det minst en veileder tilstede, med noen unntak. Veilederne ga verbal motivering under øktene. Etter hvert intervalldrag ble det notert gjennomsnittshjertefrekvens for arbeidsperioden og opplevd anstrengelse ved hjelp av Borg's skala (Borg, 1982). FP fikk lov å bruke egen pulsklokke så lenge de brukte pulsbelte. For de som ikke hadde pulsklokke fikk de låne Polar A300 (Polar, Kempele, Finland). Total varighet på øktene var omtrent 50 minutter i uke 1-4, 60 minutter i uke 5-13.

I uke 9-10 i treningsintervensjonen ble det gjennomført kostholdsregistrering. Det ble utdelt en digital vekt ved navn Kjøkkenvekt 5 kg (Chlas Olson, Dalarna, Svergie) og kostholdsdagbok med en mal på hvordan registreringen skulle gjennomføres. FP veide og registrerte mat- og væskeinntak (med unntak av vann) så nøyaktig som mulig over fire dager, tre hverdager og en helgedag. Kostholdsdagboken ble plottet i programmet kostholdsplanleggeren(kostholdsplanleggeren) og energiinntak målt i kalorier (kcal) og inntak av de ulike makronæringsstoffene ble notert. Kostholdsdagbøker fra to FPer fra BLOKK og fire FPer fra TRAD ble ikke samlet inn og den statistiske analysen ble derfor gjennomført med henholdsvis 8 og 12 FP i TRAD og BLOKK.

3.6 Statistisk analyse

For å teste forskjellen mellom gruppene på pre-intervensjonsmålingene, ble det benyttet tosidig uparet Student's t-test. For å teste forskjellen mellom pre- og postintervensjons målinger innad i hver gruppe ble det benyttet tosidig paret Student's t-test. Tosidig uparet Student's t-test ble benyttet for å teste forskjellen i relativ endring fra pre- til postintervensjon mellom gruppene. På grunn av et lite utvalg ble det også gjennomført ikke parametriske tester. Wilcoxon test ble benyttet for å teste forskjell innad i gruppen og Mann-Whitney U test ble benyttet for å teste forskjell mellom gruppene i relativ endring fra pre- til postintervensjon. Resultatene fra de ikke parametriske testene ble kun presentert hvis de ikke stemmer overens med den parametriske testen. Endring innad i gruppen i treningsmostand under styrketreningsøktene ble testet med enveis ANOVA mens forskjell mellom gruppene i relativ endring i treningsmostand på styrketreningsøktene ble testet med toveis ANOVA. Korrelasjon mellom variabler ble testet med Person korrelasjonskoeffisient (Person's r) og ble definert som $r < 0,1 =$

triviell, 0,1-0,3 = liten, 0,3-0,5 = moderat, 0,5-0,7 = sterk og 0,7-0,9 = veldig sterk (Hopkins, Marshall, Batterham, & Hanin, 2009). Effektstørrelse ble testet med Cohen's *d* (ES), og ble beregnet på den relative endringen fra pre- til postintervensjon mellom gruppene. Effektstørrelsen ble definert som <0,2 = triviell, 0,2-0,6 = liten, 0,6-1,2 = moderat, 1,2-2,0 = stor (Hopkins et al., 2009). Alfa-nivå ble satt til <0,05 og p-verdi på mellom 0,6 og 0,1 ble ansett som tendens. Datamaterialet ble behandlet i Microsoft Office Excel 2013 (Microsoft, Redmond, USA), statistiske analyser ble gjort i IBM SPSS Statistics versjon 24 (IBM Analytics, New York, USA) og figurer ble lagd i GraphPad Prism 7 (GraphPad Software Inc., California, USA).

4 Resultater

4.1 Pre intervensjon

Det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene under pretest for noen av variablene som ble målt ($p > 0,05$).

4.2 Gjennomføring av treningsintervensjonen

Det var ingen forskjell mellom BLOKK og TRAD i antall økter gjennomført av styrke- og intervalløkter, antall egentreningsøkter, antall økter gjennomført på sykkel og ellipsemaskin under treningsintervensjonen og hjertefrekvens under intervalldragene ($p < 0,1$; tabell 4.1). Det var ingen forskjell i opplevd anstrengelse oppgitt etter hvert intervalldrag under utholdenhetstreningen mellom BLOKK ($17,3 \pm 0,5$) og TRAD ($17,2 \pm 0,4$; $p > 0,1$). Tre og to FP i TRAD måtte ta igjen henholdsvis en styrkeøkt og en utholdenhetsøkt en annen uke enn planlagt og gjennomførte derfor en treningsøkt av den aktuelle egenskapen en uke og tre treningsøkter av den aktuelle egenskapen en annen uke.

Tabell 4.1 Gjennomføring av de planlagte styrke- og intervalløktene under 13 ukers treningsintervensjon med en gruppe som gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) og en gruppe som gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. Verdier oppgitt i prosent.

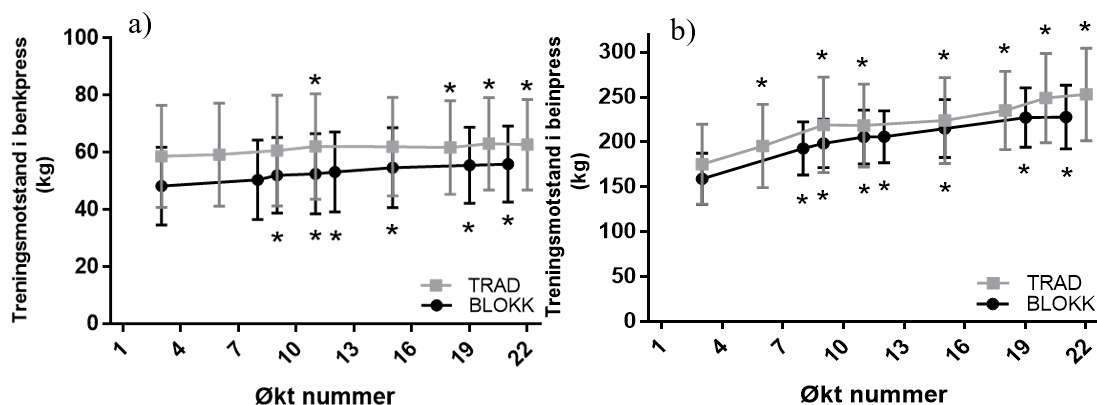
	BLOKK ($n = 14$)	TRAD ($n = 12$)
Styrkeøkter gjennomført (% av planlagt)	$100 \pm 0,0$	$99,4 \pm 2,1$
Styrkeøkter egentrening (% av styrkeøkter)	$2,5 \pm 4,1$	$1,3 \pm 2,9$
Intervalløkter gjennomført (% av planlagt)	$96,8 \pm 5,3$	$98,4 \pm 2,6$
Gjennomført på sykkel (% av intervalløkter)	$1,9 \pm 5,4$	$0,3 \pm 1,0$
Gjennomført på elipse (% av intervalløkter)	$1,1 \pm 2,9$	$0,5 \pm 1,4$
Egentrening intervalløkter (% av intervalløkter)	$0,3 \pm 1,1$	$0,8 \pm 1,8$
HF under intervalldragene (% av HF_{maks})	$89,7 \pm 2,3$	$90 \pm 1,9$

Verdier oppgitt som gjennomsnitt \pm standardavvik. HF (hjertefrekvens), HF_{maks} (maksimal hjertefrekvens)

4.3 Treningsmotstand

BLOKK økte treningsmotstand på øktene med 8RM med 44 ± 11 % og 17 ± 8 % i henholdsvis beinpress og benkpress fra økt nummer 3 til økt nummer 21. TRAD økte med 47 ± 23 % og 10 ± 13 % i henholdsvis beinpress og benkpress fra økt nummer 3 til økt nummer 22 (figur 4.1).

Det var signifikant økning i treningsmotstand i beinpress og benkpress ($p < 0,01$) for både BLOKK og TRAD, men ingen forskjell mellom gruppene i relativ endring i treningsmotstand på 8RM økter for verken beinpress ($p = 0,26$) eller benkpress ($p = 0,18$).



Figur 4.1 Progresjon i treningsmotstand i (a) benkpress og (b) beinpress under øktene med 8RM under en treningsintervensjon på 13 uker hvor en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK; $n = 14$) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD; $n=12$) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. Verdier er oppgitt i gjennomsnitt \pm standardavvik. * Signifikant forskjell fra første 8RM økt ($p < 0,5$)

4.4 Kosthold

BLOKK hadde en tendens til høyere energiinntak per dag og energiinntak normalisert kroppsvekt sammenlignet med TRAD ($p < 0,1$; tabell 4.2). Alle FP utenom en i BLOKK var innenfor anbefalingene gitt av bl.a. American College of Sports Medicine (ACSM) på 1,2 gram protein per kg kroppsvekt per dag for aktive individer (Rodriguez, DiMarco, & Langley, 2009). Denne FPen hadde et proteininntak på 1,1 g/kg/dag.

Tabell 4.2 Energi- og makronæringsstoffinntak over fire dager med kostholdsregistrering hos gruppen som gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) og tradisjonell periodisering (TRAD) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening i 13 uker.

	BLOKK (♂/♀ = 8/4)		TRAD (♂/♀ = 6/2)	
Energiinntak (kcal * dag ⁻¹)	2869±	624 [‡]	2398±	281
kcal * kg ⁻¹ * dag ⁻¹	39,4±	9,1 [‡]	33,6±	2,8
Fett (g * kg ⁻¹ * dag ⁻¹)	1,7±	0,6	1,2±	0,2
Karbohydrat (g * kg ⁻¹ * dag ⁻¹)	4,0±	0,8	4,0±	0,8
Protein (g * kg ⁻¹ * dag ⁻¹)	1,8±	0,5	1,6±	0,2

Verdier oppgitt som gjennomsnitt ± standardavvik. Kalorier (Kcal)

[‡]Tendens til høyere enn TRAD (p<0,1)

4.5 Kroppssammensetning

TRAD økte kroppsvekt med $2,2 \pm 2,0$ % (p = 0,002) fra pre- til postintervensjon mens det var ingen signifikant endring i BLOKK ($0,8 \pm 1,8$ %, p = 0,18). Det var en tendens til at den relative endringen i kroppsvekt fra pre- til postintervensjon var større for TRAD sammenlignet med BLOKK (p = 0,07; ES = 0,78; tabell 4.3). Begge grupper økte signifikant i total mager kroppsmasse, mager kroppsmasse i armer og mager kroppsmasse i bein fra pre- til postintervensjon (p<0,05; tabell 4.3, figur 4.2a). BLOKK reduserte signifikant fettmasse og fettprosent (p<0,01) mens TRAD hadde kun signifikant reduksjon i fettprosent (tabell 4.3, figur 4.2b).

Det var ingen forskjell mellom gruppene i relativ endring fra pre- til postintervensjon i noen av variablene for kroppssammensetning (p>0,1) og effektstørrelsen var ubetydelig til liten (ES = 0,09- 0,46).

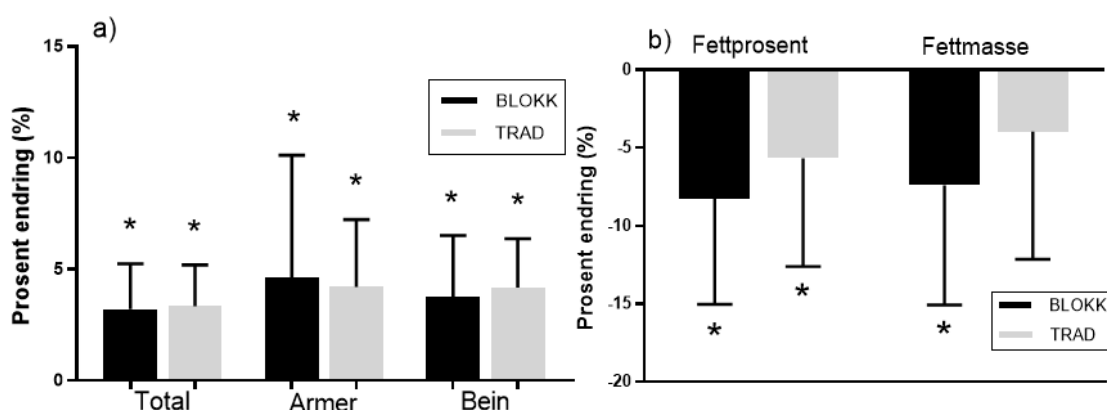
Tabell 4.3 Kroppsvekt og kroppssammensetning før (Pre) og etter (Post) en 13 ukers treningsintervensjon der en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening.

	BLOKK (n = 14)		TRAD (n = 12)	
	Pre	Post	Pre	Post
Kroppsvekt (kg)	72,4±8,2	72,9±8,1	71,6±7,8	73,2±8,3* [‡]
Total mager kroppsmasse (kg)	53,5±8,3	55,2±8,5*	53,8±7,8	55,6±7,6*
Mager kroppsmasse armer (kg)	6,0±1,5	6,3±1,5*	6,2±1,5	6,4±1,4*
Mager kroppsmasse bein (kg)	18,5±3,1	19,2±3,1*	19,3±3,2	20,1±3,1*
Fettmasse (kg)	16,3±15,2	15,2±4,8*	15,4±5,4	14,9±5,9
Fettprosent (%)	22,6±6,8	20,9±6,9*	21,3±6,7	20,2±7,0*

Verdier oppgitt som gjennomsnitt ± standardavvik.

* Signifikant forskjell fra pre ($p < 0,05$)

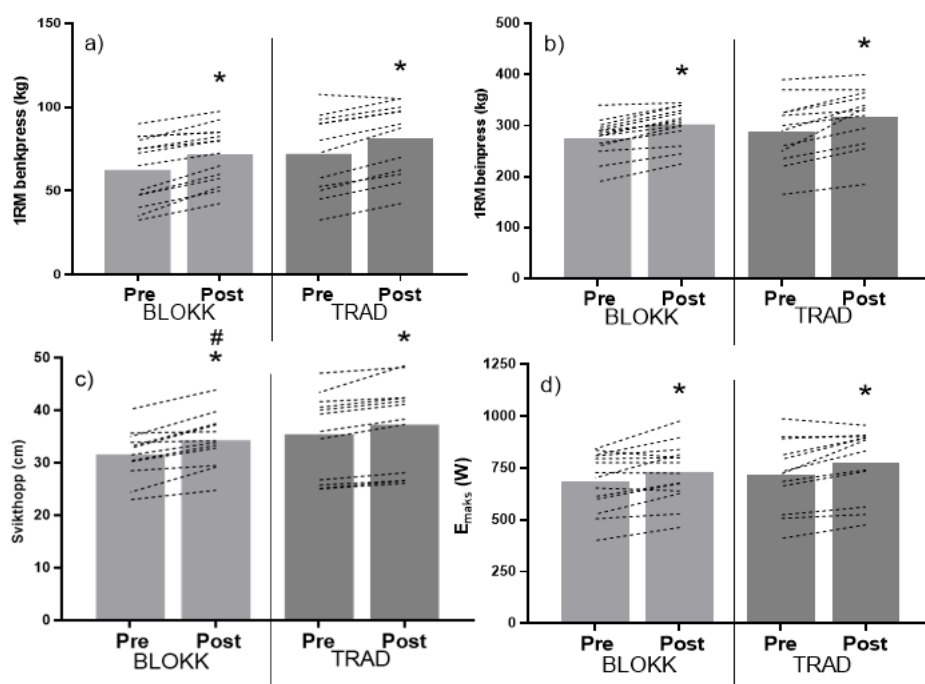
[‡] Tendens til forskjell i relativ endring fra pre til post mellom gruppene ($p < 0,1$)



Figur 4.2 Prosent endring i (a) total mager kroppsmasse (Total), mager kroppsmasse i armer (Armer), mager kroppsmasse i bein (Bein), (b) fettprosent og fettmasse etter en 13 ukers treningsintervensjon der en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK; n = 14) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD; n = 12) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. *signifikant relativ endring fra pre- til postintervensjon ($p < 0,05$)

4.6 Maksimal og eksplosiv styrke

Både BLOKK og TRAD økte signifikant fra pre- til postintervensjon i 1RM beinpress (hhv. $10,0 \pm 4,5$ % og $11,6 \pm 8,9$ %; figur 4.3a), 1RM benkpress (hhv. $18,0 \pm 13,3$ % og $15,0 \pm 9,3$ %; figur 4.3b), hopphøyde i svikthopp (hhv. $9,0 \pm 5,5$ % og $5,2 \pm 2,7$ %; figur 4.3c) og E_{maks} (hhv. $7,3 \pm 7,9$ % og $8,7 \pm 7,4$ %; figur 4.3d) ($p < 0,05$). E_{maks} normalisert for kroppsvekt økte fra $9,4 \pm 1,2$ til $10,0 \pm 0,4$ W/kg ($6,4 \pm 6,4$ %) og fra $10,0 \pm 2,0$ til $10,6 \pm 2,0$ W/kg ($6,3 \pm 6,3$ %) fra pre- til postintervensjon for henholdsvis BLOKK og TRAD. BLOKK hadde en signifikant større relativ økning i hopphøyde i svikthopp fra pre- til postintervensjon sammenlignet med TRAD ($p = 0,04$) med en effektstørrelse tilsvarende moderat ($ES = 0,91$). Det var ingen signifikant ($p > 0,1$) forskjell mellom gruppene i relativ endring fra pre- til postintervensjon i hverken 1RM beinpress ($ES = 0,24$), 1 RM benkpress ($ES = 0,26$), E_{maks} ($ES = 0,20$) eller E_{maks} normalisert for kroppsvekt ($ES = 0,002$). Det var ingen sammenheng mellom endring i hopphøyde og endring i E_{maks} normalisert for kroppsvekt ($r = 0,12$; $p = 0,58$).



Figur 4.3 Individuelle verdier (stiplede linjer) og gjennomsnittsverdier (stolper) for (a) 1RM benkpress, (b) 1RM beinpress, (c) hopphøyde i svikthopp (BLOKK, $n = 12$) og (d) eksplosiv styrketest (E_{maks}) før (Pre) og etter (Post) en 13 ukers treningsintervensjon hvor en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK, $n = 14$) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD, $n = 12$) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. RM (Repetisjon maksimum), E_{maks} (maksimal effekt) * Signifikant forskjell fra pre ($p < 0,05$). # signifikant større relativ endring fra pre til post sammenlignet med TRAD ($p < 0,05$)

4.7 VO_{2maks} -test

BLOKK og TRAD hadde en signifikant økning fra pre- til postintervensjon i VO_{2maks} normalisert for kroppsvekt^{0,75} på henholdsvis 4,3 ± 4,3 % (p = 0,002) og 3,6 ± 3,8 % (p = 0,009) og TTU henholdsvis 10,5 ± 7,3 % (p < 0,001) og 10,9 ± 7,6 % (p < 0,001). Det var ingen forskjell mellom gruppene i relativ endring fra pre- til postintervensjon i VO_{2maks} (L·min⁻¹), VO_{2maks} normalisert for kroppsvekt eller TTU (p > 0,1; ES 0,07-0,19; tabell 4.4).

BLOKK oppga signifikant lavere opplevd anstrengelse både under pre- (p = 0,02) og posttest (p = 0,04) sammenlignet med TRAD, men det var ingen forskjell mellom gruppene i endring fra pre til posttest i opplevd anstrengelse (p = 0,16). BLOKK hadde signifikant lavere maksimal hjertefrekvens på posttest sammenlignet med pretest (p = 0,023), mens det var ingen forskjell hos TRAD (p = 0,26). TRAD hadde signifikant høyere [La⁻] på posttest sammenlignet med pretest (p = 0,01), mens det var ingen forskjell hos BOKK (p = 0,22). Det var ingen forskjell mellom gruppene i relativ endring fra pre- til postintervensjon i [La⁻], HF_{maks}, HF_{1min}, RER_{maks} eller opplevd anstrengelse (p > 0,1; tabell 4.4). Persons korrelasjonskoeffisient viste en signifikant sammenheng mellom endring i VO_{2maks} normalisert for kroppsvekt^{0,75} og TTU (r = 0,57 p = 0,004).

Tabell 4.4 Resultater fra VO₂maks -test før (Pre) og etter (Post) en 13 ukers treningsintervensjon der en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD) og en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening.

	BLOKK (n = 14)		TRAD (n = 12)	
	Pre	Post	Pre	Post
VO ₂ maks (L * min ⁻¹)	4,0±0,8	4,2±0,8*	3,9±0,7	4,1±0,7*
ml * kg ⁻¹ * min ⁻¹	55,5±6,5	57,7±6,2*	54,6±7,3	56,5±7,9*
ml * kg ^{-0,75} * min ⁻¹	161,9±21,7	168,7±20,6*	158,6±22,2	165±23,2*
RER _{maks}	1,14±0,07	1,16±0,04	1,16±0,05	1,17±0,06
HF _{maks} (slag * min ⁻¹)	200±11	197±11*	197±4	196±5
HF _{1min} (slag * min ⁻¹)	172±15	170±12	172±7	171±10
[La ⁻] (mmol/L)	11,93±2,26	12,49±1,98	10,89±2,33	12,39±2,42*
Borg	17,8±0,9 [§]	18,9±0,5* ^{&}	18,8±1,1	19,4±0,7*
TTU (min)	8,44±1,11	9,27±0,98*	8,12±1,39	8,95±1,30*

Verdier oppgitt som gjennomsnitt ± standardavvik. VO₂maks (maksimalt oksygenopptak), HF_{maks} (maksimal hjerterefrekvens), [La⁻] (blod-laktatkonsentrasjon), Borg (Borgs skala), TTU (tid til utmattelse).

* Signifikant forskjell fra Pre (p<0,05)

§ Signifikant forskjell mellom pre-verdi mellom gruppene (p<0,05)

& signifikant forskjell mellom post-verdi mellom gruppene (p<0,05)

4.8 Hastighet og VO₂ på 4 mmol/L [La⁻]

Både BLOKK og TRAD økte hastigheten på 4 mmol/L [La⁻] med henholdsvis 5,0 ± 6,4 % (p = 0,013) og 4,8 ± 6,4 % (p = 0,027). VO₂ normalisert for kroppsvekt^{0,75} på 4 mmol/L [La⁻] økte med 4,8 ± 6,6 % (p = 0,017) og 5,2 ± 4,9 % (p = 0,004) for henholdsvis BLOKK og TRAD fra pre- til postintervensjon. Det var ingen endring i VO₂ som prosent av VO₂maks for hverken BLOKK (p = 0,84) eller TRAD (p = 0,11), men det var en tendens til at den relative endring fra pre- til postintervensjon var større for TRAD sammenlignet med BLOKK (p = 0,07) med en effektstørrelse tilsvarende moderat (ES = 0,81; tabell 4.5, figur 4.4). Det var ingen forskjell mellom gruppene i relativ endring fra pre- til postintervensjon i hastighet og VO₂ normalisert til kroppsvekt^{0,75} på 4 mmol/L [La⁻] (p>0,1; ES 0,08-0,3; tabell 4.5).

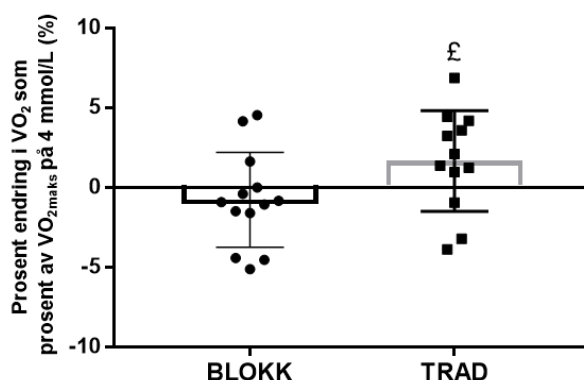
Tabell 4.5 Hastighet og VO_2 på 4 mmol/L $[La^-]$ før (Pre) og etter (Post) en 13 ukers treningsintervensjon der en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening

	BLOKK (n = 13)		TRAD (n = 12)	
	Pre	Post	Pre	Post
Hastighet på 4 mmol/L $[La^-]$ ($km \cdot t^{-1}$)	11,6±1,2	12,2±1,0*	11,3±1,2	11,9±1,3*
VO_2 på 4 mmol/L $[La^-]$ ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	44,5±4,6	46±4,5*	44,2±4,8	46,5±5,6*
($ml \cdot kg^{0,75} \cdot min^{-1}$)	130±16	134±15*	128±15	136±17*
VO_2 på 4 mmol/L $[La^-]$ som % av VO_{2maks} (%)	81,4±3,5	80,8±3,5	81,3±3,3	82,6±3,3 [£]

Verdier oppgitt som gjennomsnitt ± standardavvik. $[La^-]$ (blod-laktatkonsentrasjon), VO_2 (oksygenopptak)

* Signifikant forskjell fra Pre ($p < 0,05$)

[£] Tendens til forskjell mellom gruppene i relativ endring ($p < 0,1$)



Figur 4.4 Individuelle verdier, gjennomsnitt og standardavvik i prosent endring i VO_2 på 4 mmol/L $[La^-]$ som prosent av VO_{2maks} etter en 13 ukers treningsintervensjon hvor en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK, n = 13) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD, n = 12) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. [£] Tendens til forskjell i relativ endring fra pre- til postintervensjon sammenlignet med BLOKK ($p < 0,1$)

4.9 70 % av maksimal aerob hastighet

Hastighetene som tilsvarte 70 % av MAH på pre-test var $10,3 \pm 1,1$ km/t og $9,9 \pm 1,2$ km/t for henholdsvis BLOKK og TRAD. Det var ingen endring i løpsøkonomi fra pre- til postintervensjon i hverken BLOKK ($-1,3 \pm 4,3$ %, $p = 0,28$) eller TRAD ($1,9 \pm 3,7$ %, $p = 0,14$), men det var en tendens til at BLOKK bedret løpsøkonomien fra pre- til postintervensjon sammenlignet med TRAD ($p = 0,06$; ES 0,80; tabell 4.6, figur 4.5). Hjerterefrekvens på 70 % av MAH gikk ned med $-3,4 \pm 3,8$ % ($p = 0,006$) og $-2,6 \pm 3,1$ %

($p = 0,02$) fra pre- til postintervensjon for henholdsvis BLOKK og TRAD, men det var ingen forskjell mellom gruppene i relativ endring ($p = 0,55$; ES = 0,30; tabell 4.6).

Persons korrelasjon koeffisient viste en tendens til moderat negativ sammenheng mellom løpsøkonomi og endring i hastighet på 4 mmol/L $[La^-]$ ($r = -0,37$; $p = 0,07$) og mellom løpsøkonomi og endring i hopp høyde ($r = -0,38$; $p = 0,07$; figur 4.6). Det var ingen sammenheng mellom endring i løpsøkonomi og E_{maks} ($r = 0,02$; $p = 0,92$), eller endring i 1RM beinpress ($r = 0,13$; $p = 0,52$).

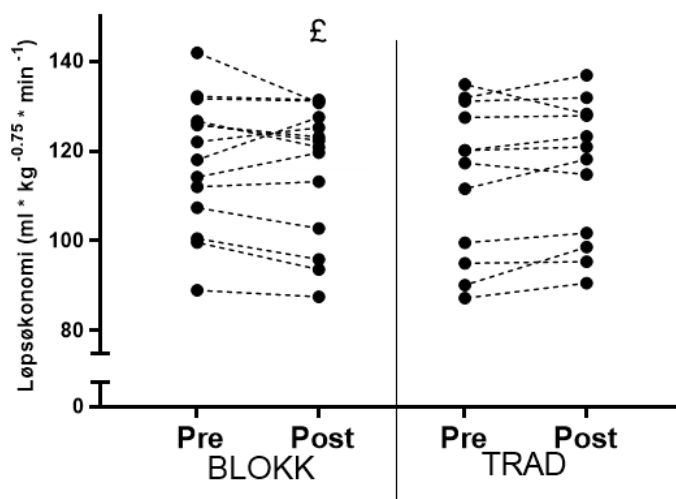
Tabell 4.6 Kalkulerte verdier på 70 % av MAH fra pretest, før (Pre) og etter (Post) en 13 ukers treningsintervensjon hvor en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening.

	BLOKK ($n = 14$)		TRAD ($n = 12$)	
	Pre	Post	Pre	Post
LØ ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{0,75}$)	118±15	116±15 [£]	114±17	116±16
HF	170±13	164±12*	164±6	160±6*
Borgs skala	14±2	13±2	13±1	13±2

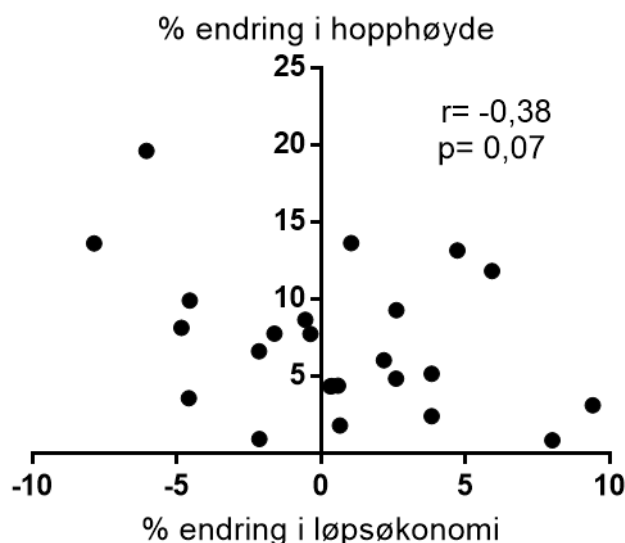
Verdiene vises i gjennomsnitt ± standardavvik. LØ (løpsøkonomi) HF (hjerterefrekvens).

[£] Tendens til at den relative endringen fra Pre til Post er større for BLOKK sammenlignet med TRAD ($p < 0,1$).

* Signifikant forskjell fra Pre ($p < 0,05$)



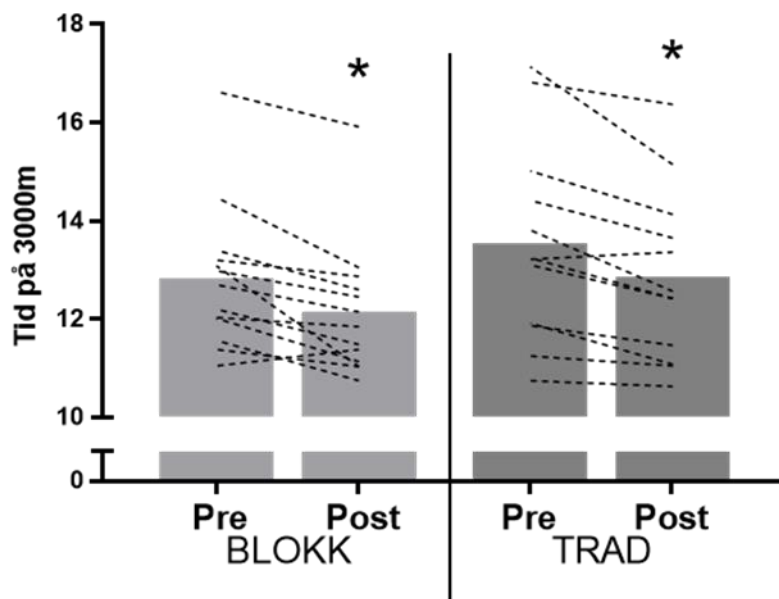
Figur 4.5 Individuelle verdier for løpsøkonomi før (Pre) og etter (Post) en 13 ukers treningsintervensjon der en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK, $n = 14$) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD, $n = 12$) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. [£]tendens til forskjell mellom gruppene i relativ endring fra pre- til postintervensjon ($p < 0,1$)



Figur 4.6 Individuelle endringer i løpsøkonomi (x-aksen) plottet mot endringer i hopphøyde (y-aksen) etter 13 ukers samtidig styrke- og utholdenhetstrening, samlet for begge grupper. Alle verdier er relativ endring fra pre- til postintervensjon

4.10 3000 m test

Både BLOKK og TRAD reduserte tid på 3000 m med henholdsvis $5,3 \pm 4,4$ % ($p = 0,001$) og $4,8 \pm 3,5$ % ($p = 0,001$). Det var ingen forskjell mellom gruppene i relativ endring fra pre- til postintervensjon i tid på 3000 m ($p = 0,78$; $ES = 0,11$; figur 4.7). Det var en veldig sterk negativ sammenheng mellom verdier fra posttest mellom tid på 3000 m og TTU ($r = -0,88$), VO_{2maks} normalisert for kroppsvekt^{0,75} ($r = -0,87$) og hastighet på 4 mmol/L [La^-] ($r = -0,86$), og en veldig høy positiv sammenheng mellom 3000 m og løpsøkonomi ($r = 0,80$). Det var signifikant moderat negativ sammenheng mellom endring i tid 3000 m og endring i løpsøkonomi ($r = -0,48$, $p = 0,016$), og en tendens til moderat negativ sammenheng mellom endring i tid på 3000 m og endring i VO_{2maks} normalisert for kroppsvekt ($r = -0,34$; $p = 0,09$). Det var ikke signifikant sammenheng mellom endring i tid på 3000 m og endring i TTU ($r = -0,15$; $p = 0,48$) og endring hastighet på 4 mmol/L [La^-] ($r = 0,01$; $p = 0,96$).



Figur 4.7 Individuelle verdier (stipla linje) og gjennomsnittsverdier (stolper) for tid på 3000 m før (Pre) og etter (Post) en 13 ukers treningsintervensjon hvor en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK, $n = 13$) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD, $n = 12$) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening.
 * Signifikant forskjell fra pre ($p < 0,5$)

5 Diskusjon

Målet med denne studien var å sammenligne effekten av blokkperiodisering, hvor man i blokker har fokus på å utvikle enten styrke eller utholdenhet, med tradisjonell periodisering, hvor man har likt fokus på å utvikle både styrke og utholdenhet i hver uke gjennom hele perioden. Moderat trente kvinner og menn ble derfor randomisert inn i de to treningsgruppene og fulgt gjennom 13 uker med trening. Hovedfunnene var at for de fleste variabler var det ingen forskjell mellom effekten av blokk- og tradisjonell periodisering, men blokkperiodisering førte til signifikant større økning i hopp høyde og tendens til bedret løpsøkonomi sammenlignet med tradisjonell periodisering.

5.1 Kroppssammensetning og maksimal styrke

Kun TRAD økte kroppsvekt og det var en tendens til at den relative økning i kroppsvekt var større for TRAD sammenlignet med BLOKK med en effektstørrelse tilsvarende moderat ($ES = 0,78$). Det har tidligere blitt rapportert ingen endring (Craig et al., 1991; Vikmoen, 2015) og økning (Glowacki et al., 2004) i kroppsvekt etter en periode med samtidig styrke- og utholdenhetstrening. Det var ingen forskjell mellom BLOKK og TRAD i endring i mager kroppsmasse. Forskjellen i vektendring skyldes dermed at BLOKK hadde signifikant nedgang i fettmasse fra pre- til postintervensjon, mens det var ingen endring i TRAD med en effektstørrelse for relativ endring mellom gruppene tilsvarende liten ($ES = 0,46$). Til tross for at TRAD hadde en tendens til større økning i kroppsvekt sammenlignet med BLOKK, viste kostholdsregistreringen at BLOKK hadde tendens til høyere energiinntak per kg kroppsvekt sammenlignet med TRAD.

Kostregistreringen ble imidlertid bare gjennomført i et mindre utvalg, og ser man på endring i kroppsvekt hos kun de som var inkludert i kostholdregistreringen var det ingen forskjell mellom gruppene ($p = 0,33$). Siden endring i kroppsvekt er et resultat av energiinntak og energiforbruk over tid (Donnelly & Smith, 2005), kan dette forklares med at BLOKK trolig hadde et høyere energiforbruk. En annen forklaring kan være at fire dagers kostholdregistreringen ikke var representativt for hele treningsintervensjonen.

Protein- og energiinntak er viktig for optimal muskelvekst (Rodriguez et al., 2009), og en positiv energibalanse er ser ut til å være sentral for optimale forutsetninger for muskelvekst (Todd, Butterfield, & Calloway, 1984). Det var ingen forskjell mellom gruppene i proteininntak og alle FP som var inkludert i kostholdsregistreringen, bortsett fra én FP i BLOKK, var innenfor American College of Sports Medicine (ACSM) sine anbefalinger på $\geq 1,2$ g protein per kg kroppsvekt per dag for aktive styrke- og utholdenhetsutøvere (Rodriguez et al., 2009). Siden TRAD gikk opp i vekt sammenlignet med BLOKK, og kun BLOKK hadde nedgang i fettfrimasse, tyder dette på at TRAD hadde et høyere energioverskudd enn BLOKK. I tillegg gikk fem FP i BLOKK og kun to FP i TRAD ned i kroppsvekt. Det kan dermed spekuleres i at TRAD hadde bedre forutsetninger for økning i muskelmasse enn BLOKK. Ved å gjennomføre en uparet t-test mellom FP som gikk ned i vekt sammenlignet med de som ikke gikk ned i vekt, begge gruppene samlet, viste den at de som gikk ned i vekt hadde en tendens til mindre økning i mager kroppsmasse (verdier ikke presentert; $p = 0,054$). Til tross for dette var det ingen forskjell mellom gruppene i økning i mager kroppsmasse.

Økningen i total mager kroppsmasse og mager kroppsmasse i bein er i samsvar med tidligere studier som har rapportert en økning på 3,7 og 3,1 % i henholdsvis total mager kroppsmasse og mager kroppsmasse i bein etter en periode med samtidig styrke- og utholdenhets trening med tilnærmet likt styrketreningsprogram hos utholdenhetsrente kvinner (Vikmoen, 2015) og utrente menn (Glowacki et al., 2004).

Den observerte økningen i styrke på 10,0 og 11,6 % for henholdsvis BLOKK og TRAD i 1 RM beinpress, er lavere enn det som har blitt rapportert tidligere på 18% etter 10 uker med samtidig styrke- og utholdenhets trening (Sale, Jacobs, MacDougall, & Garner, 1990). I likhet med vår studie ble styrke og utholdenhets trening gjennomført på ulike dager og det var tilnærmet likt antall styrkeøkter (20 styrkeøkter i studien av Sale og kollegaer (1990) og 24 styrkeøkter i vår studie). En mulig årsak til at vi observerte en lavere økning i 1 RM beinpress kan skyldes at FP i studien gjennomført av Sale og kollegaer (1990) hadde noe mindre erfaring med styrketrening enn FP i vår studie og at utholdenhets trening ble gjennomført på sykkel. En annen forklaring kan være at i vår studie ble 1RM beinpress testet i et apparat der utgangsposisjonen tilsvarte omtrent 90 grader i kneleddet og startet med konsentrisk muskelarbeid, mens det ble trent i et tradisjonelt beinpressapparat som innledes med en eksentrisk fase (senker

vektene kontrollert ned) som går direkte over i en konsentrisk fase (presser vektene opp igjen). Det har tidligere blitt vist at spesifisitet med henhold til treningsøvelse og testing er sentral for maksimal økning i testøvelsen (Morrisey, Harman, & Johnson, 1995; Rutherford & Jones, 1986). Ulik trening og testing av beinpress kan derfor være grunnen til at vi observerte en mindre økning i 1 RM beinpress. Dette støttes av at treningsmotstanden under 8RM øktene økte med 44 og 47 % for henholdsvis BLOKK og TRAD, og det har tidligere blitt observert en tilnærmet lik økning i treningsmotstand på 39 % fra uke 2 til uke 11 med en økning i 1 RM beinpress på 36% (Vikmoen, 2015).

Det var ingen forskjell mellom BLOKK og TRAD i endring i 1 RM beinpress eller mager kroppsmasse i bein. Også i en tidligere studie ble det rapportert samme endring i 1 RM halv-knebøy etter en periode med blokkperiodisering sammenlignet med tradisjonell periodisering hos kvinnelige håndball spillere (Manchado et al., 2018). I denne studien var imidlertid styrke- og utholdenhetstreningen blokkperiodisert uavhengig av hverandre. Dermed var det relativt likt fokus på å forbedre både styrke og utholdenhet i hver mesosyklus slik at direkte sammenligning av resultater med vår studie ikke er naturlig. Til min kjennskap er det ingen tidligere studier som har sammenlignet effekten av blokkperiodisering med tilnærmet lik periodiseringsmodell som i vår studie, og tradisjonell periodisering på maksimal muskelstyrke og muskelvekst.

Siden vi ikke hadde en gruppe som kun trente styrketrening kan vi ikke vite om utholdenhetstreningen hadde en negativ effekt på utviklingen av muskelstyrke og muskelvekst. Men tidligere studier som har rapportert en negativ effekt hadde et større utholdenhetstreningvolum og/eller gjennomførte styrke- og utholdenhetstrening på samme dag (Bell et al., 2000; Chtara et al., 2008; Gergley, 2009; Hickson, 1980; Jones et al., 2016; Kraemer et al., 1995; Rønnestad et al., 2012). Flere studier rapporterer ingen negativ effekt med omtrent likt treningsvolum som i vår studie når styrke- og utholdenhetstreningen ble gjennomført på ulike dager og med løping som utholdenhetstrening (Glowacki et al., 2004; Robineau et al., 2016). Men den ene studien ble gjennomført på utrente (Glowacki et al., 2004) og den andre hadde en kort varighet på 7 uker (Robineau et al., 2016). Til tross for at FP i vår studie hadde noe høyere treningsstatus og hadde noe lengre varighet enn studien diskutert over hadde utholdenhetstreningen trolig liten negativ effekt på utviklingen av maksimal styrke og

muskelvekst på grunn av et lavt utholdenhetstreningsvolum og at styrke- og utholdenhetstrening ble gjennomført på ulike dager. Derfor kan man ikke basert på resultatene i vår studie si om blokkperiodisering av styrke og utholdenhetstrening vil kunne føre til redusert negativ effekt sammenlignet med tradisjonell periodisering.

Det har tidligere blitt rapportert at tre styrke og utholdenhetsøkter i uken gjennomført på ulike dager har ført til en negativ effekt på utviklingen av maksimal muskelstyrke (Bell et al., 2000). De fleste utholdenhetsutøvere har derfor et så stort utholdenhetstreningsvolum at det potensielt kan skape en negativ effekt på utviklingen av muskelstyrke ved å legge til styrketrening til deres normale utholdenhetstrening (Rønnestad et al., 2012). Derfor vil man ikke ut ifra vår studie kunne si om blokkperiodisering er mer effektiv en tradisjonell periodisering for utholdenhetsutøvere som skal legge til styrketrening til deres normale utholdenhetstrening. Det er imidlertid naturlig å forvente at blokkperiodisering er mest effektiv hos godt trente og når utviklingen av flere fysiologiske egenskaper kommer i konflikt med hverandre (Issurin, 2008). Siden det også har blitt vist god effekt av å blokkperiodisere kun utholdenhetstrening (Rønnestad et al., 2014a; Rønnestad et al., 2016), vil blokkperiodisering av styrke og utholdenhetstrening muligens vil være en mer effektiv periodiseringsmodell enn tradisjonell periodisering for å øke prestasjonen ytterligere hos godt trente individer. Dette har blitt vist hos trente håndballspillere (Manchado et al., 2018), men som tidligere diskutert ble det i denne studien gjennomført en annen type blokkperiodiseringsmodell sammenlignet med vår studie.

Økningen på 15 og 18 % i 1RM benkpress for henholdsvis TRAD og BLOKK er i samsvar med 8-30 % økningen som har blitt rapportert tidligere etter 8-12 uker med to-tre styrketreningsøkter i uken hos moderat trente individer (Baker et al., 1994; Glowacki et al., 2004; Schiøtz, Potteiger, Huntsinger, & Denmark, 1998).

Utholdenhetstrening har kun en potensielt negativ effekt på muskulaturen som blir benyttet under utholdenhetstreningen (Wilson et al., 2012). Dermed ble sannsynligvis økningen i 1 RM benkpress i vår studie ikke påvirket av utholdenhetstreningen som ble gjennomført. Dette gjør at vi kan sammenligne våre resultater opp mot andre studier som har sett på ulik periodisering av kun styrketrening. Begge gruppene hadde daglig variasjon av motstand og antall repetisjoner. Kun variasjon styrketreningsvolumet var

forskjellen mellom gruppene. Siden det var ingen forskjell mellom BLOKK og TRAD i økning i 1 RM benkpress viser dette at større variasjonen i treningsstimuli, gjennom variasjon i treningsvolum, ikke fører til større adaptasjoner til styrketrening hos moderat trente med det treningsvolumet som ble benyttet i denne studien. Flere studier har sammenlignet ulike metoder å variere motstand og antall repetisjoner på hos moderat trente og fant ingen forskjell mellom gruppene etter 9-12 uker med styrketrening (Baker et al., 1994; Buford et al., 2007). I studien gjennomført av Baker og kollegaer (1994) sammenlignet de lineær variasjon av motstand og antall repetisjoner hver 4 uke, variasjon hver andre uke og ingen variasjon av motstand og antall repetisjoner. I studien gjennomført av Buford og kollegaer (2007) sammenlignet de lineær variasjon, daglig variasjon og ukentlig variasjon av motstand og antall repetisjoner. Til tross for ulike periodiseringsmodeller i studiene diskutert over, støtter disse studiene vår funn ved at ulik variasjon av treningsstimuli har liten effekt på økningen av maksimal muskelstyrke hos moderat trente individer. Hos godt trente individer er det imidlertid vist ulik effekt av daglig variasjon av motstand og antall repetisjoner og lineær variasjon der motstand og antall repetisjoner endres hver fjerde uke på økningen i maksimal styrke. Det er imidlertid ikke konsensus om hvilke periodiseringsmodell som skaper størst økning i muskelstyrke (Bartolomei et al., 2014; Painter et al., 2012; Rhea et al., 2002).

5.2 Hopp høyde og eksplosiv muskelstyrke

Økningen i hopp høyde på 9 og 5 % for henholdsvis BLOKK og TRAD er i samsvar med hva som har blitt rapportert tidligere på 7 % hos utholdenhetstrente kvinner (Vikmoen, 2015) og noe høyere enn 3 % som har blitt rapportert hos styrketrente menn (Jones et al., 2016) etter en periode med samtidig styrke og utholdenhetstrening. BLOKK hadde signifikant større økning i hopp høyde sammenlignet med TRAD med en effektstørrelse tilsvarende moderat ($ES = 0,91$). Det er også tidligere rapportert større økning i hopp høyde etter en periode med blokkperiodisering sammenlignet med tradisjonell periodisering hos godt trente håndballspillere (Manchado et al., 2018), men som tidligere nevnt kan ikke denne studien direkte sammenlignes med vår på grunn av ulik type blokkperiodiseringsmodell.

Det har blitt vist at samtidig styrke- og utholdenhetstrening i større grad har en negativ effekt på utviklingen av eksplosiv muskelstyrke enn maksimal muskelstyrke (Jones et al., 2016; Vikmoen, 2015). I tillegg har det blitt vist redusert økning i hopp høyde hos

trente menn (Jones et al., 2016) og utholdenhetstrente kvinner (Vikmoen, 2015), og RFD (Häkkinen et al., 2003), etter en periode med samtidig styrke- og utholdenhetstrening sammenlignet med kun styrketrening med tilnærmet likt treningsvolum som i vår studie. Dermed vil sannsynligvis blokkperiodisering med et så lavt treningsvolum som i vår studie, ha større effekt på eksplosiv muskelstyrke og hopp høyde enn på maksimal styrke. Større økning i hopp høyde i BLOKK sammenlignet TRAD kan indikere at periodiseringsmodellen som BLOKK gjennomførte var med på å redusere den negative effekten utholdenhetstreningen trolig hadde på utviklingen av hopp-prestasjon. BLOKK hadde imidlertid noe lavere hopp høyde under pre-test sammenlignet med TRAD, men det var ikke signifikant forskjell mellom gruppene. Det var heller ingen sammenheng mellom pre-verdi og endring i hopp høyde (verdier ikke presentert; $r = -0,21$, $p = 0,32$). Dermed ser det ut til at den noe lavere pre-verdiene i hopp høyde hos BLOKK trolig ikke kan forklare forskjellen mellom gruppene.

Häkkinen og kollegaer (1998) konkluderte med at deler av økningen i hopp høyde etter en periode med tung og eksplosiv styrketrening kom som følge av raskere nevralt aktivering av muskulaturen. I tillegg har det blitt vist at samtidig styrke- og utholdenhetstrening har ført til en negativ effekt på utviklingen av RFD ved isometrisk kneekstensjon sammenlignet med kun styrketrening, trolig som følge av en negativ effekt på utviklingen hurtig nevralt aktivering (Häkkinen et al., 2003). Det kan derfor tenkes at blokkperiodisering reduserte denne negative effekten og ulike nevralt adaptasjoner muligens kan forklare forskjellen mellom gruppene i endring hopp høyde.

Det var en tendens til at TRAD gikk opp i vekt sammenlignet med BLOKK. Det kan derfor tenkes at forskjellen i hopp høyde mellom gruppene skyldes forskjellen i vektendring, men det var imidlertid ingen sammenheng mellom endring i hopp høyde og endring i kroppsvekt (verdier ikke presentert; $r = -0,03$). Økt kroppsmasse vil uansett ha en negativ effekt på hopp høyde, så vi kan ikke utelukke at dette også bidro til noe mindre økning hos TRAD.

Til tross for at det var forskjell mellom gruppene i hopp høyde var det ingen forskjell mellom gruppene i E_{maks} og E_{maks} normalisert for kroppsvekt. I teorien skal hurtig nevralt aktivering være en av de avgjørende faktorene for eksplosiv muskelstyrke (Häkkinen et

al., 1998a). Hvis forskjellen mellom gruppene i endring i hopp høyde skyldes nevralt aktivering burde dette også gjenspeiles i endring i E_{maks} . Siden det var ingen forskjell i endring i E_{maks} mellom gruppene kan det stilles spørsmål om forskjellen mellom gruppene i hopp høyde skyldes andre grunner enn nevralt aktivering. Svikthopp er en plyometrisk øvelse med en strekk forkortningsfase, mens E_{maks} ble estimert fra konsentrisk muskelaksjoner. Lagring og utnyttelse av elastisk energi er dermed med på bestemme hopp høyde i svikthopp (Baker, 1996) men ikke E_{maks} . Det kan derfor spekuleres i at blokkperiodisering førte til adaptasjoner som gjorde at en større mengde energi ble lagret og utnyttet under svikthopp.

Kontraksjonshastighet i E_{maks} og svikthopp ble ikke inkludert i denne studien, men det kan tenkes at det var en lavere forkortningshastighet under E_{maks} på grunn av høyere motstand (normalt mellom 40-60 % av 1RM), enn ved svikthopp. Det har tidligere blitt rapportert at kraft ved høye forkortningshastigheter i større grad blir forstyrret av å trene samtidig styrke- og utholdenhetstrening enn kraft ved lave forkortningshastigheter (Dudley & Djamil, 1985). Derfor kan en potensielt positiv effekt av blokkperiodisering muligens kun observeres ved høye forkortningshastigheter. En annen mulig forklaring kan være at eksplosiv muskelstyrke i beinpress-testen ikke er sensitiv nok til å oppdage endringer i nevralt aktivering. Endring i kroppsvekt vil i større grad påvirke endringen i hopp høyde enn endring i E_{maks} . Men siden det var ingen forskjell mellom gruppene i endring i E_{maks} normalisert for kroppsvekt, kan trolig ikke forskjellen i vektendring mellom gruppene forklare hvorfor det var forskjell mellom gruppene i endring i hopp høyde og ingen forskjell i endring i E_{maks} .

5.3 VO_{2maks}

Økningen på 4,3 og 3,6 % i VO_{2maks} for henholdsvis BLOKK og TRAD er samsvar med 3-5 % økningen rapportert etter en periode med to styrke- og utholdenhetsøkter i uken hos moderat trente (Sale et al., 1990).

Det var ingen forskjell mellom BLOKK og TRAD i endring i VO_{2maks} . Dette er i samsvar med studien gjennomført av Manchado og kollegaer (2018) som rapporterte ingen forskjell i endring i VO_{2maks} etter en periode med blokkperiodisering og tradisjonell periodisering hos trente håndballspillere. I motsetning til vår studie var det ingen endring innad i gruppene i VO_{2maks} . På grunn av ulik blokkperiodiseringsmodell

kan ikke disse resultatene sammenlignes direkte med våre. Styrketrening lagt til utholdenhetstrening har trolig liten effekt på utvikling av VO_{2maks} (Wilson et al., 2012). Derfor vil man muligens kunne forvente samme respons av å ha konsentrerte blokker med HIT økter ved blokkperiodisering av utholdenhetstrening som ved blokkperiodisering av styrke- og utholdenhetstrening. Flere studier har imidlertid rapportert en større økning i VO_{2maks} ved å ha konsentrerte blokker med HIT økter sammenlignet med tradisjonell periodisering hvor HIT øktene er jevnt fordelt i hele perioden over 4 uker (Rønnestad et al., 2014b) og over 12 uker (Rønnestad et al., 2014a) hos godt trente syklister. I tillegg er det i en studie på godt trente langrennsløpere rapportert at gruppen som gjennomførte konsentrerte blokker med HIT økter økte VO_{2maks} , mens gruppen som hadde HIT øktene jevnt fordelt utover hele perioden hadde ingen endring etter 5 uker med trening (Rønnestad et al., 2016). Det var ikke signifikant forskjell mellom gruppene i denne studien, men effektstørrelsen mellom gruppene i relativ endring tilsvarte moderat ($ES = 0,76$). Det kan være flere årsaker til at disse studiene ikke er i samsvar med vår. En vesentlig forskjell mellom vår studie og studiene gjennomført av Rønnestad og kollegaer (2014a; 2014b; 2016), er at vi hadde konsentrerte blokker med HIT økter og blokker med styrketreningsøkter mens de gjennomførte konsentrerte blokker med HIT økter og blokker med stor mengde av LIT. En annen årsak kan være organiseringen av HIT øktene. I vår studie ble det annenhver uke gjennomført tre og én HIT økt, mens i studien til Rønnestad og kollegaer (2014a; 2014b) ble det gjennomført fem HIT økter på en uke etterfulgt av tre uker med én HIT økt i uken (Rønnestad et al., 2014b) tre ganger (Rønnestad et al., 2014a). I studien på langrennsløpere ble det gjennomført fem HIT økter i uke én og tre HIT økter i uke tre (Rønnestad et al., 2016).

Ulik treningsstatus og store forskjeller i totalt treningsvolum kan også være med på å forklare de sprikende resultatene. Forsøkspersonene i vår studie var moderat trent med relativt liten erfaring med utholdenhetstrening sammenlignet med forsøkspersonene inkludert i studiene til Rønnestad og kolleger (2014a; 2014b; 2016), som var godt trente med et stort utholdenhetstreningsvolum i flere år i forkant av intervensjonsperioden. Det har blitt foreslått at tradisjonell periodisering skaper et optimalt stimuli hos moderat trente og at blokkperiodisering dermed ikke skaper et ytterligere stimuli, mens hos godt trente med et generelt høyt treningsvolum kan et konsentrert treningsvolum gjennom

blokkperiodisering være nødvendig for å skape et mer optimalt treningsstimuli (Issurin, 2008).

En studie fant ingen ytterligere økning i VO_{2maks} ved å ha en konsentrert blokk med HIT økter over en tre ukers periode hos trente 17 åringer (McGawley et al., 2017). I denne studien tilsvarte blokkprotokollen 9 HIT økter i uke to og ingen HIT økter i uke én og tre, og tradisjonell-protokollen tilsvarte tre HIT økter hver uke. Mulige årsaker til at de fant ingen ytterligere effekt av å blokkperiodisere HIT økter kan være at blokkprotokollen var for ekstrem, kort tidsrom mellom HIT blokken og posttest, kort intervensjonsperiode og for lav treningsstatus på deltakerne.

FP i BLOKK oppga signifikant lavere opplevd anstrengelse etter endt VO_{2maks} -test både under pre- og posttest sammenlignet med TRAD. Siden det var ingen forskjell mellom gruppene i endring fra pre- til posttest i opplevd anstrengelse hadde det trolig ikke innvirkning på endring i VO_{2maks} og TTU. BLOKK hadde imidlertid signifikant lavere HF_{maks} under VO_{2maks} -testen på posttest sammenlignet med pretest. Dette kan muligens tyde på at de ikke oppnådde deres maksimale potensiale, men ingen forskjell i RER_{maks} og en signifikant høyere opplevd anstrengelse under posttest sammenlignet med pretest, tyder på at det maksimale potensiale ble oppnådd. Kun TRAD hadde signifikant høyere $[La^-]$ etter endt VO_{2maks} -test under posttest sammenlignet med pre-test, men det var ingen forskjell mellom gruppene på noen av variablene. Dette kan indikere at TRAD hadde en større anaerob energifrigjøring under posttest, men det har blitt vist at laktatkonsentrasjon i blodet etter en slik test ikke er god indikator for anaerob energiomsetning (Vandewalle, Pérès, & Monod, 1987). Da det heller ikke var forskjell mellom gruppene i TTU eller VO_{2maks} , ser det ikke ut til at dette hadde noe praktisk betydning.

5.4 Løpsøkonomi

BLOKK hadde en tendens til bedret løpsøkonomi sammenlignet med TRAD i relativ endring fra pre- til postintervensjon med en effektstørrelse tilsvarende moderat ($ES = 0,80$). Det kan være flere mulige forklaringer på hvorfor det var en forskjell mellom gruppene. Det var en tendens til moderat korrelasjon mellom endring i løpsøkonomi og endring i hopp høyde ($r = 0,37$; $p = 0,07$). Flere tidligere studier har også rapportert en sammenheng mellom endring i hopp-prestasjon og endring i løpsøkonomi etter en

periode med eksplosiv (Paavolainen et al., 1999) og tung styrketrening (Millet et al., 2002). Det har blitt foreslått at nervesystemet spiller en viktig rolle for reguleringen av muskelstivhet og utnyttning av musklernes elastisitet under strekkforkortningssykluser som løping (Kyrölänen et al., 1991; Paavolainen et al., 1999). Det har i tillegg blitt foreslått at fjærstivhet i underekstremitetene og utnyttelse av elastisk energi har en innvirkning på løpsøkonomi (Dalleau, Belli, Bourdin, & Lacour, 1998) og hopp høyde (Baker, 1996; Kubo, Kawakami, & Fukunaga, 1999). Derfor kan både endring i fjærstivheten og nevralt forhold muligens forklare sammenhengen mellom endring i hopp høyde og løpsøkonomi, og kan muligens være bakgrunnen for forskjell mellom gruppene i løpsøkonomi.

I tidligere studier er det også rapportert økt hopp høyde uten endring i løpsøkonomi (Guglielmo et al., 2009) og endring i løpsøkonomi uten endring i hopp høyde (Turner, Owings, & Schwane, 2003) etter en periode hvor utholdenhetsutøvere har lagt henholdsvis eksplosiv styrketrening og plyometrisk trening til deres normale utholdenhetstrening.

Økt tverrsnitt av muskelfibertype 1 kan i teorien forbedre løpsøkonomi og det har blitt vist at samtidig styrke og utholdenhetstrening har ført til negativ effekt på økning i tverrsnitt av fibertype 1 (Bell et al., 2000; Kraemer et al., 1995). Hvis blokkperiodisering kan redusere den negative effekten vil dette kunne føre til bedret løpsøkonomi sammenlignet med tradisjonell periodisering. I studiene som rapporterte redusert økning i tverrsnitt av muskelfibertype 1 ble det gjennomført et høyere volum av utholdenhetstrening og det ble rapportert redusert økning i maksimal muskelstyrke (Bell et al., 2000; Kraemer et al., 1995). I vår studie var det ingen forskjell mellom gruppene i endring av mager kroppsmasse eller maksimal muskelstyrke. I tillegg er det i en studie med likt volum av styrke- og utholdenhetstrening som i vår studie, rapportert ingen forskjell i hypertrofi av muskelfibertype 1 ved samtidig styrke og utholdenhetstrening sammenlignet med kun styrketrening (Häkkinen et al., 2003). Dette indikerer at det trolig ikke var forskjell mellom gruppene i økning av tverrsnitt av muskelfibertype 1 og kan dermed ikke forklare den observerte forskjellen mellom gruppene.

En annen mulig forklaring på forskjellig endring i løpsøkonomi kan være at TRAD trolig reduserte mengde løping under treningsintervensjonen sammenlignet med deres normale mengde løping mer enn det BLOKK gjorde. Det har imidlertid blitt vist at 84 dager uten trening førte til ingen endring i løpsøkonomi hos trente løpere (Coyle, Martin 3rd, Bloomfield, Lowry, & Holloszy, 1985). Dette kan tyde på at en mulig forskjell mellom gruppene i reduksjon av mengde løping ikke kan forklare forskjellen mellom gruppene i endring i løpsøkonomi. Men denne studien ble gjennomført på godt trente løpere og det er dermed usikkert om ingen endring i løpsøkonomi etter reduksjon av mengde utholdenhetstrening gjelder for moderat trente.

Til tross for at det var forskjell mellom gruppene i relativ endring var det ingen forskjell innad i gruppene fra pre- til postintervensjon i endring i løpsøkonomi. Dette er i strid med flere andre studier som rapportert bedret løpsøkonomi ved å legge til tung styrketrening til utøveres normale utholdenhetstrening (Guglielmo et al., 2009; Støren et al., 2008) og bedret løpsøkonomi sammenlignet med en kontrollgruppe som fortsatte sin normale utholdenhetstrening (Millet et al., 2002). En mulig forklaring på de sprikende funnene kan være at vi ikke hadde styrkeøvelser som trente leggmuskulatur og FP i vår studie hadde en lavere treningsstatus.

På grunn av at det ble testet om det var statistisk forskjell mellom gruppene i relativ endring i så mange variabler uten å ta hensyn til dette i p-verdiene er det en fare for å begå en type 1 feil. Dermed kan det være en tilfeldighet at vi fant en tendens til forskjell mellom gruppene og resultatene må derfor tolkes med forsiktighet.

5.5 Hastighet og VO_2 på 4 mmol/L $[La^-]$

Både BLOKK og TRAD økte hastighet på 4 mmol/L $[La^-]$, men det var ingen forskjell mellom gruppene i relativ endring fra pre- til postintervensjon. Tidligere studier har vist at blokkperiodisering av utholdenhetstrening inn i HIT- og LIT blokker har ført til en større forbedring i effektproduksjon på en gitt laktatkonsentrasjon sammenlignet med tradisjonell periodisering hos godt trente syklistere etter 12 uker (Rønnestad et al., 2014a) og godt trente langrennsløpere etter 5 uker (Rønnestad et al., 2016), men ikke alle har funnet dette (McGawley et al., 2017). Mulig årsak til sprikende resultater er de samme som nevnt for VO_{2maks} .

Store deler av økningen i hastighet på 4 mmol/L $[La^-]$ var sannsynligvis et resultat av utholdenhetstreningen som ble gjennomført laktatkonsentrasjon (Esfarjani & Laursen, 2007; Helgerud et al., 2007). Men det har også blitt rapportert en økning i hastighet på en gitt laktatkonsentrasjon etter at utholdenhetsutøvere har lagt styrketrening til deres normale utholdenhetstrening (Guglielmo et al., 2009). Denne økningen har blitt foreslått å skyldes en bedring i løpsøkonomi (Rønnestad & Mujika, 2014). Det kunne derfor tenkes at siden det var en tendens til forskjell mellom gruppene i endring i løpsøkonomi, burde det også vært forskjell mellom gruppene i endring i hastigheten på 4 mmol/L $[La^-]$. En mulig årsak til at dette ikke var tilfellet kan være at forskjellen mellom gruppene i løpsøkonomi ikke var stor nok til å utgjøre en forskjell i hastighet på 4 mmol/L $[La^-]$. En annen mulig forklaring kan være at størrelsen på adaptasjonene som står bak økningen i hastighet på 4 mmol/L $[La^-]$ som følge av utholdenhetstreningen ikke var lik i begge gruppene. Siden det var en tendens til moderat negativ sammenheng mellom endring i løpsøkonomi og endring i hastighet på 4 mmol/L $[La^-]$ ($r = -0,37$; $p = 0,07$), tyder dette på at både endring i løpsøkonomi og andre fysiologiske adaptasjoner spilte en rolle for endringen i hastighet på 4 mmol/L $[La^-]$.

VO_2 på laktatterskel som prosent av VO_{2maks} , har blitt foreslått å være en indikator på utnyttelsesgrad (Bassett Jr & Howley, 2000), men det har også blitt foreslått at VO_2 på laktatterskel som prosent av VO_{2maks} muligens ikke er sensitiv nok til å kunne indikere endringer i utnyttelsesgraden (Vikmoen, 2015). Det var en tendens til at TRAD hadde en økning i VO_2 på 4 mmol/L $[La^-]$ som prosent av VO_{2maks} sammenlignet med BLOKK, med en effektstørrelse tilsvarende moderat ($ES = 0,81$). Tidligere studier har rapportert ingen forskjell i VO_2 på 2 og 4 mmol/L $[La^-]$ som prosent av VO_{2maks} etter en periode med hverken blokkperiodisering eller tradisjonell periodisering av HIT og LIT økter hos trente syklister og langrennsløpere (Rønnestad et al., 2014b; Rønnestad et al., 2016). I tillegg har flere studier rapportert ingen endring i VO_2 på laktatterskel som prosent av VO_{2maks} etter en periode med utholdenhetstrening hos moderat trente (Helgerud et al., 2007), eller etter en periode hvor utholdenhetsutøvere legger styrketrening til deres normale utholdenhetstrening (Millet et al., 2002; Støren et al., 2008). En annen studie har rapportert økt VO_2 på laktatterskel som prosent av VO_{2maks} på sykkel, men ikke løping, etter en periode med utholdenhetstrening og etter en periode med styrke og utholdenhetstrening hos kvinnelige utholdenhetsutøvere (Vikmoen, 2015).

Bakgrunnen for forskjell mellom gruppene i relativ endring i VO_2 på 4 mmol/L $[La^-]$ som prosent av VO_{2maks} er uvisst.

Som tidligere nevnt er sannsynligheten å gjøre en type 1 feil tilstede. Derfor kan det være en tilfeldighet at vi fant forskjell mellom gruppene i endring i VO_2 på 4 mmol/L $[La^-]$ som prosent av VO_{2maks} og resultatene med tolkes med forsiktighet.

5.6 Tid på 3000 m

Reduksjonen i tid på 3000 m på 5,3 og 4,8 % for henholdsvis BLOKK og TRAD er i samsvar med en reduksjon på 4 % som har blitt rapportert etter 12 uker med samtidig styrke- og utholdenhetstrening (Kraemer et al., 1995) og -7,3 % etter en periode på 10 uker med to HIT økter og to LIT økter i uken hos moderat trente (Esfarjani & Laursen, 2007).

Det var ingen forskjell mellom gruppene i endring i tid på 3000 m. Tendensen til forskjell mellom gruppene i relativ endring i løpsøkonomi og 4 mmol/L $[La^-]$ som prosent av VO_{2maks} utgjorde dermed ingen forskjell i tid på 3000 m.

Det var en signifikant moderat negativ korrelasjon mellom endring i løpsøkonomi og endring i tid på 3000 m ($r = -0,47$ $p = 0,02$). Noe overaskende vil det si det var sammenheng mellom dårligere løpsøkonomi og bedret tid på 3000 m. Bakgrunnen for dette kan imidlertid være at andre fysiologiske adaptasjoner hadde større innvirkning på endring i tid på 3000 m. En annen mulig forklaring kan være forskjellen i å løpe på en tredemølle og på en bane med krappe svinger. Én krapp sving omtrent hver 170 meter gjorde at FP måtte redusere farten inn mot svingene med påfølgende akselerasjon ut av svingen. Dette betyr at kanskje faktorer som akselerasjon og hvordan muskulatur og de ulike metabolske systemene takler relativt hyppige hastighetsforandringer har hatt innvirkning på prestasjon på denne 3000 m testen.

Det var veldig sterk negativ korrelasjon mellom tid på 3000 m på posttest og VO_{2maks} , TTU og hastighet på 4 mmol/L $[La^-]$ under posttest ($r = -0,86$ - $-0,88$). Til tross for dette var det ingen sammenheng mellom endring i tid på 3000 m og endring i TTU ($r = -0,15$; $p = 0,48$) og hastighet på 4 mmol/L $[La^-]$ ($r = 0,01$; $p = 0,96$), og kun tendens til moderat sammenheng mellom endring i VO_{2maks} normalisert for kroppsvekt og endring i

tid på 3000 m ($r = -0,34$; $p = 0,09$). Dette er ikke i samsvar med en tidligere studie som rapporterte signifikant sammenheng mellom endring i tid på 3000 m og endring i VO_{2maks} normalisert for kroppsvekt ($r = 0,76$) og hastighet på laktatterskel ($r = 0,64$) etter 10 uker med to HIT økter og to LIT økter i uken hos moderat trente (Esfarjani & Laursen, 2007). I teorien burde endring i TTU kunne predikere endring i tid på 3000 m siden VO_{2maks} , anaerob kapasitet og løpsøkonomi er faktorer som både har innvirkning på TTU og tid på 3000 m (Noakes, Myburgh, & Schall, 1990). Årsaken til den lave sammenhengen mellom endring i ulike variabler som indikerer utholdenhetsprestasjon og endring i tid på 3000 m i vår studie kan som tidligere nevnt skyldes 3000 m banen. En annen årsak kan være at variasjonen i endringer er for liten, dermed er det ofte vanskelig å finne sammenhenger mellom indikatorer for utholdenhetsprestasjon og en prestasjonstest (Bassett Jr & Howley, 2000).

5.7 Praktiske anbefalinger og videre forskning

På grunn av dette er den første studien som har sammenlignet effekten av en slik blokkperiodiseringsmodell opp mot tradisjonell periodisering og at det var en relativt lav statistiske styrke, må man være forsiktig med å gi praktiske anbefalinger ut ifra denne studien. Til tross for disse svakhetene ser det ut til at blokkperiodisering av samtidig styrke- og utholdenhetstrening med et så lavt treningsvolum kan være minst like effektivt som tradisjonell periodisering for både soldater og idrettsutøvere, og spesielt gunstig for idretter hvor både hopp-prestasjon og utholdenhetskapasitet er viktig for prestasjon.

Videre forskning innen feltet burde undersøke effekten av blokkperiodisering av samtidig styrke- og utholdenhetstrening med et større utholdenhetstreningsvolum enn i denne studien for å se om dette kan redusere den negative effekten av samtidig styrke og utholdenhetstrening på utviklingen av muskelstyrke. Dette vil være interessant å undersøke for å se om blokkperiodisering da kan være en mer effektiv strategi for utholdenhetsutøvere når de ønsker å legge styrketrening til deres treningsplan. Ved en lengre treningsperiode er variasjon trolig viktig for å oppnå maksimal forbedring i prestasjon (Raastad et al., 2010). Derfor burde nye studier sammenligne effekten av blokk- tradisjonell periodisering over en lengre tid.

Nye studier burde også inkludere isokinetiske tester med høye hastigheter, for å undersøke om blokkperiodisering kan redusere den negative effekten på raske forkortningshastigheter. I tillegg hadde det vært interessant å inkludere målinger av nevralt aktivering for å kunne si noe om bakgrunnen for mulige fordeler ved blokkperiodisering.

5.8 Metodiske betraktninger

Hvis noen av FPene ikke fikk gjennomført en økt den planlagte uken ble den tatt igjen en annen uke. Derfor gjennomførte tre FP i TRAD en av de to planlagte styrketreningsøktene i en uke. De tok dermed igjen denne økten en annen uke og gjennomførte tre styrkeøkter den aktuelle uken slik at forskjellen til BLOK ble mindre enn opprinnelig planlagt. Endring i 1 RM beinpress, 1 RM benkpress, E_{maks} og E_{maks} normalisert for kroppsvekt skilte seg imidlertid ikke ut fra gjennomsnittet i TRAD hos noen av disse FPene. I hopp høyde hadde to av disse FPene den største økningen fra pre til postintervensjon i TRAD gruppen (11,8 og 8,1 %). Dette skyldes trolig at de responderte bedre på treningen som ble gjennomført og ikke den lille variasjonen i styrketreningsvolum, men vi kan ikke utelukke at variasjonen i styrketreningsvolumet hadde en positiv påvirkning på økningen i hopp høyde. To FP i TRAD gjennomførte kun en av to planlagte intervalløkter i en uke og gjennomførte derfor tre utholdenhetsøkter en annen uke. Disse to FPene skilte seg ikke ut fra gjennomsnittet i TRAD i endring i VO_{2maks} , TTU, tid på 3000 m, løpsøkonomi eller hastighet på 4 mmol/L $[La^-]$.

Testlederne var ikke blindet i denne studien. Dette kan ha resultert i subjektiv påvirkning under test med tanke på hvilken gruppe FP var i og hvilke gruppe testleder ønsket å observere størst effekt. Dette kan ha påvirket studiets interne validitet (Laake, Benestad, & Olsen, 2004). Standardiserte testprotokoller og klare metodiske retningslinjer var med på å bevare studiets interne validitet, men man kan ikke utelukke bias.

På grunn av få FP i hver gruppe er det relativt lav statistisk styrke i denne studien. Dermed er det en fare for at man begår en type 2 feil og konkluderer med at det ikke er en forskjell når det reelt er en forskjell. Derfor skal man være forsiktig med å konkludere at det reelt ikke er forskjell i effekt av blokkperiodisering og tradisjonell periodisering på noen variabler selv om det ble vist det i denne studien.

På en annen side ble det gjennomført mange statistiske tester og det ble ikke kontrollert for dette i p-verdiene. Dette gjør at faren for å begå en type 1 feil øker, og man kan konkludere med at det er en forskjell når det reelt ikke er det, er tilstede. Derfor kan forskjellene mellom gruppene observert i denne studien skyldes en type 1 feil og resultatene må tolkes med forsiktighet.

På grunn av et relativt lite utvalg og få kvinner i hver gruppe (BLOKK = 5, TRAD = 4) ville den statistiske styrken blitt veldig lav hvis man hadde delt opp gruppene i kjønn i de statistiske analysene. Dette gjør at man ikke kan avgjøre om kjønn spiller en rolle i responsen av blokkperiodisering av styrke- og utholdenhetstrening.

Selv om det ikke var signifikant forskjell mellom gruppene i 1RM benkpress under pretest var TRAD betydelig sterkere enn BLOKK (BLOKK; 62 kg, TRAD; 72 kg). Dette skyldes at 1RM i benkpress ikke var en stratifiseringsfaktor ved randomiseringen eller på grunn av frafall. I tillegg hadde TRAD noe høyere total treningsvolum i forkant av studien (TRAD; 6 timer, BLOKK; 4,2 timer). Ulik styrke og treningsvolum i forkant av intervensjonen er ikke optimalt når man skal sammenligne effekten av trening på ulike grupper. Man hadde trolig ikke observert forskjell mellom gruppene selv om gruppene hadde hatt likt treningsvolum i forkant eller 1 RM benkpress på pretest, men vi kan ikke utelukke at kan ha hatt en innvirkning på resultatene.

6 Konklusjon

Blokkperiodisering, med annenhver uke tre styrkeøkter og én utholdenhetsøkt, og tre utholdenhetsøkter og én styrkeøkt, førte i til lik forbedring i de fleste variabler sammenlignet med tradisjonell periodisering, med to styrke- og utholdenhetsøkter hver uka, hos moderat trente personer over 13 uker. Men blokkperiodisering førte til signifikant større økning i hopp høyde og tendens til bedret løpsøkonomi sammenlignet med tradisjonell periodisering.

Referanser

- Aagaard, P., Andersen, J. L., Dyhre-Poulsen, P., Leffers, A. M., Wagner, A., Magnusson, S. P., . . . Simonsen, E. B. (2001). A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. *The Journal of physiology*, *534*(2), 613-623.
- Aagaard, P., Simonsen, E., Andersen, J., Magnusson, S., Halkjaer-Kristensen, J., & Dyhre-Poulsen, P. (2000). Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: effects of resistance training. *Journal of applied physiology*, *89*(6), 2249-2257.
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of applied physiology*, *93*(4), 1318-1326.
- Abt, J. P., Oliver, J. M., Nagai, T., Sell, T. C., Lovalekar, M. T., Beals, K., . . . Lephart, S. M. (2016). Block-Periodized Training Improves Physiological and Tactically Relevant Performance in Naval Special Warfare Operators. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *30*(1), 39-52.
- Ahtiainen, J. P., Pakarinen, A., Alen, M., Kraemer, W. J., & Häkkinen, K. (2003). Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. *European journal of applied physiology*, *89*(6), 555-563.
- Anderson, T. (1996). Biomechanics and running economy. *Sports Med*, *22*(2), 76-89.
- Baar, K. (2014). Using molecular biology to maximize concurrent training. *Sports Medicine*, *44*(2), 117-125.
- Baker, D. (1996). Improving Vertical Jump Performance Through General, Special, and Specific Strength Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *10*(2), 131-136.
- Baker, D., Wilson, G. J., & Carlyon, R. (1994). Periodization: The Effect on Strength of Manipulating Volume and Intensity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *8*(4), 235-242.
- Bangsbo, J., Michalsik, L., & Petersen, A. (1993). Accumulated O₂ deficit during intense exercise and muscle characteristics of elite athletes. *International journal of sports medicine*, *14*(04), 207-213.
- Bartolomei, S., Hoffman, J. R., Merni, F., & Stout, J. R. (2014). A comparison of traditional and block periodized strength training programs in trained athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *28*(4), 990-997.

- Bassett Jr, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(1), 70.
- Baumann, C. W., Rupp, J. C., Ingalls, C. P., & Doyle, J. A. (2012). Anaerobic work capacity's contribution to 5-km-race performance in female runners. *International journal of sports physiology and performance*, 7(2), 170-174.
- Bell, G., Syrotuik, D., Martin, T., Burnham, R., & Quinney, H. (2000). Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *European journal of applied physiology*, 81(5), 418-427.
- Beneke, R., Pollmann, C., Bleif, I., Leithäuser, R., & Hütler, M. (2002). How anaerobic is the Wingate Anaerobic Test for humans? *European journal of applied physiology*, 87(4-5), 388-392.
- Benziane, B., Burton, T. J., Scanlan, B., Galuska, D., Canny, B. J., Chibalin, A. V., . . . Stepto, N. K. (2008). Divergent cell signaling after short-term intensified endurance training in human skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 295, E1427-E1438.
- Bergh, U., Sjödin, B., Forsberg, A., & Svedenahg, J. (1991). The relationship between body mass and oxygen uptake during running in humans. *Medicine and science in sports and exercise*, 23(2), 205-211.
- Blazevich, A. J. (2006). Effects of physical training and detraining, immobilisation, growth and aging on human fascicle geometry. *Sports Medicine*, 36(12), 1003-1017.
- Booth, F. W., Chakravarthy, M. V., & Spangenburg, E. E. (2002). Exercise and gene expression: physiological regulation of the human genome through physical activity. *The Journal of physiology*, 543(2), 399-411.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med sci sports exerc*, 14(5), 377-381.
- Buford, T. W., Rossi, S. J., Smith, D. B., & Warren, A. J. (2007). A comparison of periodization models during nine weeks with equated volume and intensity for strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1245-1250.
- Cadore, E., Pinto, R., Lhullier, F., Correa, C., Alberton, C., Pinto, S., . . . Kruel, L. (2010). Physiological effects of concurrent training in elderly men. *International journal of sports medicine*, 31(10), 689-697.
- Cantrell, G. S., Schilling, B. K., Paquette, M. R., & Murlasits, Z. (2014). Maximal strength, power, and aerobic endurance adaptations to concurrent strength and sprint interval training. *European journal of applied physiology*, 114(4), 763-771.

- Chromiak, J., Smedley, B., Carpenter, W., Brown, R., Koh, Y., Lamberth, J., . . . Altorfer, G. (2004). Effect of a 10-week strength training program and recovery drink on body composition, muscular strength and endurance, and anaerobic power and capacity. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 20(5), 420-427.
- Chtara, M., Chaouachi, A., Levin, G. T., Chaouachi, M., Chamari, K., Amri, M., & Laursen, P. B. (2008). Effect of concurrent endurance and circuit resistance training sequence on muscular strength and power development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1037-1045.
- Conley, D. L., & Krahenbuhl, G. S. (1980). Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Med sci sports exerc*, 12(5), 357-360.
- Coyle, E. F. (1995). Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exercise and sport sciences reviews*, 23, 25-63.
- Coyle, E. F., Costill, D. L., & Lesmes, G. R. (1979). Leg extension power and muscle fiber composition. *Med Sci Sports*, 11(1), 12-15.
- Coyle, E. F., Martin 3rd, W., Bloomfield, S. A., Lowry, O., & Holloszy, J. (1985). Effects of detraining on responses to submaximal exercise. *Journal of applied physiology*, 59(3), 853-859.
- Craig, B. W., Lucas, J., Pohlman, R., & Stelling, H. (1991). The Effects of Running, Weightlifting and a Combination of Both on Growth Hormone Release. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 5(4), 198-203.
- Dalleau, G., Belli, A., Bourdin, M., & Lacour, J.-R. (1998). The spring-mass model and the energy cost of treadmill running. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 77(3), 257-263.
- Daniels, J. T., Yarbrough, R. A., & Foster, C. (1978). Changes in VO₂max and running performance with training. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 39(4), 249-254.
doi:10.1007/bf00421448
- Daussin, F. N., Ponsot, E., Dufour, S. P., Lonsdorfer-Wolf, E., Doutreleau, S., Geny, B., . . . Richard, R. (2007). Improvement of $\dot{V}O_{2\max}$, by cardiac output and oxygen extraction adaptation during intermittent versus continuous endurance training. *European journal of applied physiology*, 101(3), 377-383.
- de Souza, E. O., Tricoli, V., Aoki, M. S., Roschel, H., Brum, P. C., Bacurau, A. V., . . . Soares, A. G. (2014). Effects of concurrent strength and endurance training on genes related to myostatin signaling pathway and muscle fiber responses. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3215-3223.

- Dolezal, B. A., & Potteiger, J. A. (1998). Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. *Journal of applied physiology*, 85(2), 695-700.
- Donnelly, J. E., & Smith, B. K. (2005). Is exercise effective for weight loss with ad libitum diet? Energy balance, compensation, and gender differences. *Exercise and sport sciences reviews*, 33(4), 169-174.
- Dudley, G., & Djamil, R. (1985). Incompatibility of endurance-and strength-training modes of exercise. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 59(5), 1446.
- Esfarjani, F., & Laursen, P. B. (2007). Manipulating high-intensity interval training: Effects on $\dot{V}O_2$ max, the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. *Journal of science and medicine in sport*, 10(1), 27-35.
- Fitts, R. H., & Widrick, J. J. (1996). Muscle mechanics: adaptations with exercise-training. *Exercise and sport sciences reviews*, 24(1), 427-474.
- Folland, J. P., & Williams, A. G. (2007). Morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Medicine*, 37(2), 145-168.
- Foss, Ø., & Hallén, J. (2005). Validity and stability of a computerized metabolic system with mixing chamber. *International journal of sports medicine*, 26(7), 569.
- Franch, J., Madsen, K., Djurhuus, M. S., & Pedersen, P. K. (1998). Improved running economy following intensified training correlates with reduced ventilatory demands. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(8), 1250-1256.
- Friedl, K. E., Knapik, J. J., Häkkinen, K., Baumgartner, N., Groeller, H., Taylor, N. A., . . . Kraemer, W. J. (2015). Perspectives on Aerobic and Strength Influences on Military Physical Readiness: Report of an International Military Physiology Roundtable. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29, S10-S23.
- Fry, A. C. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Medicine*, 34(10), 663-679.
- Frøyd, C., Madsen, Ø., Tønnessen, E., Wisnes, A., & Aasen, S. (2005). *Utholdenhet: trening som gir resultater: Akilles*.
- García-Pallarés, J., García-Fernández, M., Sánchez-Medina, L., & Izquierdo, M. (2010). Performance changes in world-class kayakers following two different training periodization models. *European journal of applied physiology*, 110(1), 99-107. doi:10.1007/s00421-010-1484-9

- Gergley, J. C. (2009). Comparison of two lower-body modes of endurance training on lower-body strength development while concurrently training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(3), 979-987.
- Gibala, M. J., McGee, S. L., Garnham, A. P., Howlett, K. F., Snow, R. J., & Hargreaves, M. (2009). Brief intense interval exercise activates AMPK and p38 MAPK signaling and increases the expression of PGC-1 α in human skeletal muscle. *Journal of applied physiology*, 106(3), 929-934.
- Glowacki, S. P., Martin, S. E., Maurer, A., Baek, W., Green, J. S., & Crouse, S. F. (2004). Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. *Medicine and science in sports and exercise*, 36, 2119-2127.
- Granata, C., Oliveira, R. S., Little, J. P., Renner, K., & Bishop, D. J. (2015). Training intensity modulates changes in PGC-1 α and p53 protein content and mitochondrial respiration, but not markers of mitochondrial content in human skeletal muscle. *The FASEB Journal*, 30(2), 959-970.
- Guglielmo, L., Greco, C., & Denadai, B. (2009). Effects of strength training on running economy. *International journal of sports medicine*, 30(01), 27-32.
- He, Z.-H., Bottinelli, R., Pellegrino, M. A., Ferenczi, M. A., & Reggiani, C. (2000). ATP consumption and efficiency of human single muscle fibers with different myosin isoform composition. *Biophysical journal*, 79(2), 945-961.
- Helgerud, J. (1994). Maximal oxygen uptake, anaerobic threshold and running economy in women and men with similar performances level in marathons. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 68(2), 155-161.
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisløff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(11), 1925-1931.
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., . . . Bach, R. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve V' O₂max more than moderate training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(4), 665-671.
- Hendrickson, N. R., Sharp, M. A., Alemany, J. A., Walker, L. A., Harman, E. A., Spiering, B. A., . . . Kraemer, W. J. (2010). Combined resistance and endurance training improves physical capacity and performance on tactical occupational tasks. *European journal of applied physiology*, 109(6), 1197-1208.

- Hennessy, L. C., & Watson, A. W. (1994). The interference effects of training for strength and endurance simultaneously. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 8(1), 12-19.
- Hickson, R. C. (1980). Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 45(2), 255-263.
- Hoff, J. (2001). Maximal strength training enhances running economy and aerobic endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(5), S270.
- 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.
- Holviaala, J., Kraemer, W., Sillanpää, E., Karppinen, H., Avela, J., Kauhanen, A., . . . Häkkinen, K. (2012). Effects of strength, endurance and combined training on muscle strength, walking speed and dynamic balance in aging men. *European journal of applied physiology*, 112(4), 1335-1347.
- 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.
- Hughes, D. C., Ellefsen, S., & Baar, K. (2017). Adaptations to Endurance and Strength Training. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, a029769.
- Häkkinen, K., Alen, M., Kraemer, W., Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Rusko, H., . . . Kaarakainen, E. (2003). Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *European journal of applied physiology*, 89(1), 42-52.
- Häkkinen, K., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassila, H., Mälkiä, E., . . . Alen, M. (1998a). Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *Journal of applied physiology*, 84(4), 1341-1349.
- Häkkinen, K., Newton, R. U., Gordon, S. E., McCormick, M., Volek, J. S., Nindl, B. C., . . . Häkkinen, A. (1998b). Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 53(6), B415-B423.
- Issurin, V. B. (2008). Block periodization versus traditional training theory: a review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(1), 65.

- Issurin, V. B. (2016). Benefits and limitations of block periodized training approaches to athletes' preparation: a review. *Sports Medicine*, 46(3), 329-338.
- Jacobs, R. A., Flück, D., Bonne, T. C., Bürgi, S., Christensen, P. M., Toigo, M., & Lundby, C. (2013). Improvements in exercise performance with high-intensity interval training coincide with an increase in skeletal muscle mitochondrial content and function. *Journal of applied physiology*, 115(6), 785-793.
- Johnson, R., Quinn, T., Kertzer, R., & Vroman, M. (1997). Strength training in female distance runners: Impact on running economy. *Journal of strength and conditioning research*, 11, 224-229.
- Jones, A. M. (1998). A five year physiological case study of an Olympic runner. *British journal of sports medicine*, 32(1), 39-43.
- Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The Effect of Endurance Training on Parameters of Aerobic Fitness. *Sports Medicine*, 29(6), 373-386. doi:10.2165/00007256-200029060-00001
- Jones, T., Howatson, G., Russell, M., & French, D. (2016). Performance and Endocrine Responses to Differing Ratios of Concurrent Strength and Endurance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(3), 693.
- Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of physiology*, 586(1), 35-44.
- Knuttgen, H. G., & Kraemer, W. J. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 1(1), 1-10.
- Kraemer, W. J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G. A., Dooly, C., Feigenbaum, M. S., . . . Hoffman, J. R. (2002). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(2), 364-380.
- Kraemer, W. J., Patton, J. F., Gordon, S. E., Harman, E. A., Deschenes, M. R., Reynolds, K., . . . Dziados, J. E. (1995). Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *Journal of applied physiology*, 78(3), 976-989.
- Kraemer, W. J., Vescovi, J. D., Volek, J. S., & Nindl, B. C. (2004). Effects of concurrent resistance and aerobic training on load-bearing performance and the Army physical fitness test. *Military medicine*, 169(12), 994.
- Kubo, K., Kawakami, Y., & Fukunaga, T. (1999). Influence of elastic properties of tendon structures on jump performance in humans. *Journal of applied physiology*, 87(6), 2090-2096.

- Kyröläinen, H., Komi, P., & Kim, D. (1991). Effects of power training on neuromuscular performance and mechanical efficiency. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 1(2), 78-87.
- Laake, P., Benestad, H., & Olsen, B. (2004). *Forskningsmetode i medisin og biofag*. Oslo: Gyldendal.
- Levine, B. D. (2008). : what do we know, and what do we still need to know? *The Journal of physiology*, 586(1), 25-34.
- Luden, N., Hayes, E., Galpin, A., Minchev, K., Jemiolo, B., Raue, U., . . . Trappe, S. (2010). Myocellular basis for tapering in competitive distance runners. *J Appl Physiol*, 108, 1501-1509.
- Manchado, C., Cortell-Tormo, J. M., & Tortosa-Martínez, J. (2018). Effects of Two Different Training Periodization Models on Physical and Physiological Aspects of Elite Female Team Handball Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(1), 280-287.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 551-555.
- Marques, L., Franchini, E., Drago, G., Aoki, M. S., & Moreira, A. (2017). Physiological and performance changes in national and international judo athletes during block periodization training. *Biology of Sport*, 34(4), 371.
- Maud, P., & Shultz, B. (1986). Gender comparisons in anaerobic power and anaerobic capacity tests. *British journal of sports medicine*, 20(2), 51-54.
- McCall, G., Byrnes, W., Dickinson, A., Pattany, P., & Fleck, S. (1996). Muscle fiber hypertrophy, hyperplasia, and capillary density in college men after resistance training. *Journal of applied physiology*, 81(5), 2004-2012.
- McCarthy, J. P., Pozniak, M. A., & Agre, J. C. (2002). Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(3), 511-519.
- McGawley, K., Juudas, E., Kazior, Z., Ström, K., Blomstrand, E., Hansson, O., & Holmberg, H.-C. (2017). No additional benefits of block-over evenly-distributed high-intensity interval training within a polarized microcycle. *Frontiers in physiology*, 8, 413.
- Millet, G. P., Jaouen, B., Borrani, F., & Candau, R. (2002). Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and .VO(2) kinetics. *Med Sci Sports Exerc*, 34(8), 1351-1359.

- Moreira, A., Okano, A. H., Souza, M., Oliveira, P., & Gomes, A. (2005). Sistema de cargas seletivas no basquetebol durante um mesociclo de preparação: implicações sobre a velocidade e as diferentes manifestações de força. *Revista Brasileira de Ciência e movimento*, 13(3), 7-16.
- Morrissey, M., Harman, E., & Johnson, M. (1995). Resistance training modes: specificity and effectiveness. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(5), 648.
- Mortensen, S. P., Dawson, E. A., Yoshiga, C. C., Dalsgaard, M. K., Damsgaard, R., Secher, N. H., & González-Alonso, J. (2005). Limitations to systemic and locomotor limb muscle oxygen delivery and uptake during maximal exercise in humans. *The Journal of physiology*, 566(1), 273-285.
- Moss, B., Refsnes, P., Abildgaard, A., Nicolaysen, K., & Jensen, J. (1997). Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 75(3), 193-199.
- Narici, M. V., Roi, G., Landoni, L., Minetti, A., & Cerretelli, P. (1989). Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 59(4), 310-319.
- Nelson, A. G., Arnall, D. A., Loy, S. F., Silvester, L. J., & Conlee, R. K. (1990). Consequences of combining strength and endurance training regimens. *Physical therapy*, 70(5), 287-294.
- Noakes, T., Myburgh, K., & Schall, R. (1990). Peak treadmill running velocity during the VO₂ max test predicts running performance. *Journal of Sports Sciences*, 8(1), 35-45.
- Paavolainen, L., Hakkinen, K., Hamalainen, I., Nummela, A., & Rusko, H. (1999). Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *J Appl Physiol (1985)*, 86(5), 1527-1533.
- Painter, K. B., Haff, G. G., Ramsey, M. W., McBride, J., Triplett, T., Sands, W. A., . . . Stone, M. H. (2012). Strength Gains: Block versus Daily Undulating Periodization Weight Training among Track and Field Athletes. *International journal of sports physiology and performance*, 7(2), 161-169. doi:10.1123/ijsp.7.2.161
- Raastad, T., Paulsen, G., Refsnes, P. E., Rønnestad, B., & Wisnes, A. (2010). *Styrketrening i teori og praksis*. Oslo: Gyldendal.
- Ratamess, N., Alvar, B. A., Evetoch, T., Housh, T., Kibler, B., Kraemer, W. J., & Triplett, N. T. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(3), 687-708.

- Rhea, M. R., & Alderman, B. L. (2004). A meta-analysis of periodized versus nonperiodized strength and power training programs. *Research quarterly for exercise and sport*, 75(4), 413-422.
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., Burkett, L. N., & Ball, S. D. (2003). A Meta-analysis to Determine the Dose Response for Strength Development. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(3), 456-464.
- Rhea, M. R., Ball, S. D., Phillips, W. T., & Burkett, L. N. (2002). A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(2), 250-255.
- Robineau, J., Babault, N., Piscione, J., Lacombe, M., & Bigard, A. X. (2016). Specific training effects of concurrent aerobic and strength exercises depend on recovery duration. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(3), 672-683.
- Rodriguez, N., DiMarco, N., & Langley, S. (2009). Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *Journal of the American Dietetic Association*, 109(3), 509.
- Rutherford, O., & Jones, D. (1986). The role of learning and coordination in strength training. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 55(1), 100-105.
- Rønnestad, B., Ellefsen, S., Nygaard, H., Zacharoff, E. E., Vikmoen, O., Hansen, J., & Hallén, J. (2014a). Effects of 12 weeks of block periodization on performance and performance indices in well-trained cyclists. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(2), 327-335.
- Rønnestad, B., 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.
- Rønnestad, B., Hansen, E. A., & Raastad, T. (2012). High volume of endurance training impairs adaptations to 12 weeks of strength training in well-trained endurance athletes. *European journal of applied physiology*, 112(4), 1457-1466.
- Rønnestad, B., Hansen, J., & Ellefsen, S. (2014b). Block periodization of high-intensity aerobic intervals provides superior training effects in trained cyclists. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(1), 34-42.

- Rønnestad, B., Hansen, J., Thyli, V., Bakken, T. A., & Sandbakk, Ø. (2016). 5-week block periodization increases aerobic power in elite cross-country skiers. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 26(2), 140-146.
- Rønnestad, B., & Mujika, I. (2014). Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(4), 603-612.
- Sale, D. G., Jacobs, I., MacDougall, J. D., & Garner, S. (1990). Comparison of two regimens of concurrent strength and endurance training. *Med sci sports exerc*, 22(3), 348-356.
- Schiotz, M. K., Potteiger, J. A., Huntsinger, P. G., & Denmark, L. C. D. C. (1998). The short-term effects of periodized and constant-intensity training on body composition, strength, and performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 12(3), 173-178.
- Sedano, S., Marin, 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. *J Strength Cond Res*, 27(9), 2433-2443. doi:10.1519/JSC.0b013e318280cc26
- Sillanpää, E., Häkkinen, A., Nyman, K., Mattila, M., Cheng, S., Karavirta, L., . . . Häkkinen, K. (2008). Body composition and fitness during strength and/or endurance training in older men. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(5), 950-958.
- Souza, J. d., Gomes, A. C., Leme, L., & Silva, S. G. d. (2006). Changes in metabolic and motor performance variables induced by training in handball players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12(3), 129-134.
- Spurrs, R. W., Murphy, A. J., & Watsford, M. L. (2003). The effect of plyometric training on distance running performance. *Eur J Appl Physiol*, 89(1), 1-7. doi:10.1007/s00421-002-0741-y
- Staron, R., Malicky, E., Leonardi, M., Falkel, J., Hagerman, F., & Dudley, G. (1990). Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 60(1), 71-79.
- Stepsto, N. K., Benziene, B., Wadley, G. D., Chibalin, A. V., Canny, B. J., Eynon, N., & McConell, G. K. (2012). Short-term intensified cycle training alters acute and chronic responses of PGC1 α and Cytochrome C oxidase IV to exercise in human skeletal muscle. *PLoS one*, 7(12), e53080.
- Støren, O., Helgerud, J., Stoa, E. M., & Hoff, J. (2008). Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Med Sci Sports Exerc*, 40(6), 1087-1092. doi:10.1249/MSS.0b013e318168da2f

- Støren, Ø., Helgerud, J., Støa, E. M., & Hoff, J. (2008). Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(6), 1087-1092.
- Taipale, R., Mikkola, J., Vesterinen, V., Nummela, A., & Häkkinen, K. (2013). Neuromuscular adaptations during combined strength and endurance training in endurance runners: maximal versus explosive strength training or a mix of both. *European journal of applied physiology*, 113(2), 325-335.
- Thomas, T., Adeniran, S., & Etheridge, G. (1984). Effects of different running programs on VO2 max, percent fat, and plasma lipids. *Canadian journal of applied sport sciences. Journal canadien des sciences appliquees au sport*, 9(2), 55-62.
- Todd, K. S., Butterfield, G. E., & Calloway, D. H. (1984). Nitrogen balance in men with adequate and deficient energy intake at three levels of work. *The Journal of nutrition*, 114(11), 2107-2118.
- Tokmakidis, S. P., Léger, L. A., & Piliandis, T. C. (1998). Failure to obtain a unique threshold on the blood lactate concentration curve during exercise. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 77(4), 333-342.
- Tricoli, V., Lamas, L., Carnevale, R., & Ugrinowitsch, C. (2005). Short-term effects on lower-body functional power development: weightlifting vs. vertical jump training programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 433.
- Turner, A. M., Owings, M., & Schwane, J. A. (2003). Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(1), 60-67.
- Vaara, J. P., Kokko, J., Isoranta, M., & Kyröläinen, H. (2015). Effects of Added Resistance Training on Physical Fitness, Body Composition, and Serum Hormone Concentrations During Eight Weeks of Special Military Training Period. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29, S168-S172.
- Vandewalle, H., Pérès, G., & Monod, H. (1987). Standard Anaerobic Exercise Tests. *Sports Medicine*, 4(4), 268-289.
- Vikmoen, O. (2015). Effects of heavy strength training on performance determinants and performance in cycling and running.
- Wenger, H. A., & Bell, G. J. (1986). The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. *Sports Medicine*, 3(5), 346-356.
- Wernbom, M., Augustsson, J., & Thomeé, R. (2007). The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports Medicine*, 37(3), 225-264.

- Williams, T. D., Tolusso, D. V., Fedewa, M. V., & Esco, M. R. (2017). Comparison of periodized and non-periodized resistance training on maximal strength: a meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(10), 2083-2100.
- Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 25(11), 1279-1286.
- Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhea, M. R., Wilson, S. M., Loenneke, J. P., & Anderson, J. C. (2012). Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(8), 2293-2307.

Figuroversikt

- Figur 3.1** Utgangsposisjon (a) og godkjent løft (b) for 1 RM beinpress og eksplosiv styrketest i beinpress..... 32
- Figur 3.2** Banen (rød linje) til 3000 meter-test. 33
- Figur 3.3** bilde av styrkeøvelsene knebøy (a), beinpress (b), kne fleksjon (c), benkpress (d), sittende nedtrekk (e), skulderpress (f) og albuefleksjon (g). 37
- Figur 4.1** Progresjon i treningsmotstand i (a) benkpress og (b) beinpress under øktene med 8RM under en treningsintervensjon på 13 uker hvor en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK; n = 14) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD; n=12) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. Verdier er oppgitt i gjennomsnitt ± standardavvik.* Signifikant forskjell fra første 8RM økt (p<0,5) 41
- Figur 4.2** Prosent endring i (a) total mager kroppsmasse (Total), mager kroppsmasse i armer (Armer), mager kroppsmasse i bein (Bein), (b) fettprosent og fettmasse etter en 13 ukers treningsintervensjon der en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK; n = 14) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD; n = 12) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. *signifikant relativ endring fra pre- til postintervensjon(p<0,05)..... 43
- Figur 4.3** Individuelle verdier (stiplede linjer) og gjennomsnittsverdier (stolper) for (a) 1RM benkpress, (b) 1RM beinpress, (c) hopp høyde i svikthopp (BLOKK, n = 12) og (d) eksplosiv styrketest (E_{maks}) før (Pre) og etter (Post) en 13 ukers treningsintervensjon hvor en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK, n = 14) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD, n = 12) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. RM (Repetisjon maksimum), E_{maks} (maksimal effekt) * Signifikant forskjell fra pre (p<0,05). # signifikant større relativ endring fra pre til post sammenlignet med TRAD (p<0,05) 44
- Figur 4.4** Individuelle verdier, gjennomsnitt og standardavvik i prosent endring i VO_2 på 4 mmol/L [La-] som prosent av VO_{2maks} etter en 13 ukers treningsintervensjon hvor en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK, n = 13) og en gruppe

gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD, n = 12) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. ‡ Tendens til forskjell i relativ endring fra pre- til postintervensjon sammenlignet med BLOKK (p<0,1) 47

Figur 4.5 Individuelle verdier for løpsøkonomi før (Pre) og etter (Post) en 13 ukers treningsintervensjon der en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK, n = 14) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD, n = 12) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. ‡tendens til forskjell mellom gruppene i relativ endring fra pre- til postintervensjon (p<0,1)..... 48

Figur 4.6 Individuelle endringer i løpsøkonomi (x-aksen) plottet mot endringer i hopp høyde (y-aksen) etter 13 ukers samtidig styrke- og utholdenhetstrening, samlet for begge grupper. Alle verdier er relativ endring fra pre- til postintervensjon..... 49

Figur 4.7 Individuelle verdier (stipla linje) og gjennomsnittsverdier (stolper) for tid på 3000 m før (Pre) og etter (Post) en 13 ukers treningsintervensjon hvor en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK, n = 13) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD, n = 12) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. * Signifikant forskjell fra pre (p<0,5)..... 50

Tabelloversikt

Tabell 3.1 Antropometriske data før intervensjonsperioden for gruppen som gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) og tradisjonell periodisering (TRAD) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening.	25
Tabell 3.2 Selvrapportert antall timer gjennomført per uke av utholdenhetstrening i ulike soner, totalt utholdenhetstrening, styrketrening og stabilitetstrening i uken siste 3 månedene i forkant av pretest for gruppen som gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) og tradisjonell periodisering (TRAD) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening.	27
Tabell 3.3 Oversikt over tester gjennomført på tilvenning, før (Pre) og etter (Post) en 13 ukers treningsintervensjon hvor en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering og en gruppe gjennomførte blokkperiodisering av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. .	28
Tabell 3.4 Oversikt over antall styrke- og utholdenhetstreningssøker, samt antall repetisjoner gjennomført på de ulike styrketreningssøktene for gruppen som gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) og tradisjonell periodisering (TRAD) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening.	35
Tabell 4.1 Gjennomføring av de planlagte styrke- og intervalløktene under 13 ukers treningsintervensjon med en gruppe som gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) og en gruppe som gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. Verdier oppgitt i prosent.	40
Tabell 4.2 Energi- og makronæringsstoffinntak over fire dager med kostholdsregistrering hos gruppen som gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) og tradisjonell periodisering (TRAD) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening i 13 uker.	42
Tabell 4.3 Kroppsvekt og kroppssammensetning før (Pre) og etter (Post) en 13 ukers treningsintervensjon der en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening.	43

Tabell 4.4 Resultater fra VO₂maks -test før (Pre) og etter (Post) en 13 ukers treningsintervensjon der en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD) og en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. 46

Tabell 4.5 Hastighet og VO₂ på 4 mmol/L [La⁻] før (Pre) og etter (Post) en 13 ukers treningsintervensjon der en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening 47

Tabell 4.6 Kalkulerte verdier på 70 % av MAH fra pretest, før (Pre) og etter (Post) en 13 ukers treningsintervensjon hvor en gruppe gjennomførte blokkperiodisering (BLOKK) og en gruppe gjennomførte tradisjonell periodisering (TRAD) av samtidig styrke- og utholdenhetstrening. 48

Forkortelser

Forkortelser	Forklaring
[La ⁻]	Laktatkonsentrasjon i blodet
ATP	Adenosintrifosfat
BLOKK	Blokkperiodiserings-gruppen
CP	Creatinfosfat
DEXA	Dual energi x-ray absorptiometry
E _{maks}	Maksimal effekt
ES	Effektstørrelse
FP	Forsøksperson
HF	Hjertefrekvens
HF _{1min}	Hjertefrekvens 1 min etter endt test
HF _{maks}	Maksimal hjertefrekvens
HIT	Høy intensiv trening
Kcal	Kalorier
LIT	Lav intensiv trening
LØ	Løpsøkonomi
MAH	Maksimal aerob hastighet
Post	Etter
Pre	Før
r	Person korrelasjonskoeffisient
RER	Respiratorisk utvekslingskvotient
RFD	Hurtig kraftutvikling
RM	Repetisjon maksimum
STR	Styrkeøkter
TRAD	Tradisjonell periodiserings-gruppen
TTU	Tid til utmattelse
UTH	Utholdenhetsøkter
VO ₂	Oksygenopptak
VO _{2maks}	Maksimalt oksygenopptak

Vedlegg

Borgs skala

Borg's skala for subjektiv oppfattelse av anstrengelse. Oversatt fra Borg (1982).

-
- 6
 - 7
 - 8
 - 9 Meget lett
 - 10
 - 11 Lett
 - 12
 - 13 Noe anstrengende
 - 14
 - 15 Anstrengende
 - 16
 - 17 Meget anstrengende
 - 18
 - 19 Ekstremt anstrengende
 - 20 Maksimalt anstrengende
-

Meldeskjema til NSD



MELDESKJEMA

Meldeskjema (versjon 1.6) for forsknings- og studentprosjekt som medfører meldeplikt eller konsesjonsplikt (jf. personopplysningsloven og helseregisterloven med forskrifter).

1. Intro		
Samles det inn direkte personidentifiserende opplysninger?	Ja ● Nei ○	En person vil være direkte identifiserbar via navn, personnummer, eller andre personentydige kjennetegn. Les mer om hva personopplysninger er.
Hvis ja, hvilke?	<input checked="" type="checkbox"/> Navn <input checked="" type="checkbox"/> 11-sifret fødselsnummer <input type="checkbox"/> Adresse <input checked="" type="checkbox"/> E-post <input checked="" type="checkbox"/> Telefonnummer <input type="checkbox"/> Annet	NB! Selv om opplysningene skal anonymiseres i oppgave/rapport, må det krysses av dersom det skal innhentes/registreres personidentifiserende opplysninger i forbindelse med prosjektet. Les mer om hva behandling av personopplysninger innebærer.
Annet, spesifiser hvilke		
Skal direkte personidentifiserende opplysninger kobles til datamaterialet (koblingsnøkkel)?	Ja ● Nei ○	Merk at meldeplikten utløses selv om du ikke får tilgang til koblingsnøkkel , slik fremgangsmåten ofte er når man benytter en databehandler .
Samles det inn bakgrunnsopplysninger som kan identifisere enkeltpersoner (indirekte personidentifiserende opplysninger)?	Ja ○ Nei ●	En person vil være indirekte identifiserbar dersom det er mulig å identifisere vedkommende gjennom bakgrunnsopplysninger som for eksempel bostedskommune eller arbeidsplass/skole kombinert med opplysninger som alder, kjønn, yrke, diagnose, etc.
Hvis ja, hvilke		NB! For at stemme skal regnes som personidentifiserende, må denne bli registrert i kombinasjon med andre opplysninger, slik at personer kan gjenkjennes.
Skal det registreres personopplysninger (direkte/indirekte/via IP-/epost adresse, etc) ved hjelp av nettbaserte spørreskjema?	Ja ● Nei ○	Les mer om nettbaserte spørreskjema .
Blir det registrert personopplysninger på digitale bilde- eller videoopptak?	Ja ○ Nei ●	Bilde/videoopptak av ansikter vil regnes som personidentifiserende.
Søkes det vurdering fra REK om hvorvidt prosjektet er omfattet av helseforskningsloven?	Ja ○ Nei ●	NB! Dersom REK (Regional Komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk) har vurdert prosjektet som helseforskning, er det ikke nødvendig å sende inn meldeskjema til personvernombudet (NB! Gjelder ikke prosjekter som skal benytte data fra pseudonyme helseregistre). Les mer. Dersom tilbakemelding fra REK ikke foreligger, anbefaler vi at du avventer videre utfylling til svar fra REK foreligger.
2. Prosjektittel		
Prosjektittel	Effekter av blokkperiodisering av styrke- og utholdenhetstrening på fysisk prestasjonsevne og muskulære egenskaper hos soldater	Oppgi prosjektets tittel. NB! Dette kan ikke være «Masteroppgave» eller liknende, navnet må beskrive prosjektets innhold.
3. Behandlingsansvarlig institusjon		
Institusjon	Høgskolen i Innlandet	Velg den institusjonen du er tilknyttet. Alle nivå må oppgis. Ved studentprosjekt er det studentens tilknytning som er avgjørende. Dersom institusjonen ikke finnes på listen, har den ikke avtale med NSD som personvernombud. Vennligst ta kontakt med institusjonen. Les mer om behandlingsansvarlig institusjon .
Avdeling/Fakultet	Avdeling for samfunnsvitenskap - HiL	
Institutt		
4. Daglig ansvarlig (forsker, veileder, stipendiat)		

Fornavn	Sjur Johansen	Før opp navnet på den som har det daglige ansvaret for prosjektet. Veileder er vanligvis daglig ansvarlig ved studentprosjekt. Les mer om daglig ansvarlig . Daglig ansvarlig og student må i utgangspunktet være tilknyttet samme institusjon. Dersom studenten har ekstern veileder, kan biveileder eller fagansvarlig ved studiestedet stå som daglig ansvarlig. Arbeidssted må være tilknyttet behandlingsansvarlig institusjon, f.eks. underavdeling, institutt etc. NB! Det er viktig at du oppgir en e-postadresse som brukes aktivt. Vennligst gi oss beskjed dersom den endres.
Etternavn	Øfsteng	
Stilling	Doktorgradsstipendiat	
Telefon	61288554	
Mobil	98043202	
E-post	sjur.johansen.ofsteng@inn.no	
Alternativ e-post	sjurj@hotmail.com	
Arbeidssted	Høgskolen i Innlandet, Lillehammer, Seksjon for idrettsvitenskap	
Adresse (arb.)	Gudbrandsdalsvegen 350	
Postnr./sted (arb.sted)	2624 Lillehammer	
5. Student (master, bachelor)		
Studentprosjekt	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	Dersom det er flere studenter som samarbeider om et prosjekt, skal det velges en kontaktperson som føres opp her. Øvrige studenter kan føres opp under pkt 10.
6. Formålet med prosjektet		
Formål	Målet er å optimalisere treningsutbyttet for styrke- og utholdenhet gjennom å identifisere og undersøke muskelcellens egenskaper og tilpasning til trening.	Redegjør kort for prosjektets formål, problemstilling, forskningsspørsmål e.l.
7. Hvilke personer skal det innhentes personopplysninger om (utvalg)?		
Kryss av for utvalg	<input type="checkbox"/> Barnehagebarn <input type="checkbox"/> Skoleelever <input type="checkbox"/> Pasienter <input type="checkbox"/> Brukere/klienter/kunder <input type="checkbox"/> Ansatte <input type="checkbox"/> Barnevernsbarn <input type="checkbox"/> Lærere <input type="checkbox"/> Helsepersonell <input type="checkbox"/> Asylsøkere <input checked="" type="checkbox"/> Andre	Les mer om forskjellige forskningstematikker og utvalg .
Beskriv utvalg/deltakere	Til studien søkes det friske, moderat trente kvinnelige og mannlige soldater i alderen 18-30 år. Deltakerne skal ikke ta medisiner som kan påvirke treningstilpasningen samt ikke røykere.	Med utvalg menes dem som deltar i undersøkelsen eller dem det innhentes opplysninger om.
Rekruttering/trekking	Rekrutteringen vil skje ved å informere om studien direkte i skoleklassene på Jørstadmoen militærleir. Prosjektleder informerer og registrerer evt. interessenter for prosjektdeltakelse.	Beskriv hvordan utvalget trekkes eller rekrutteres og oppgi hvem som foretar den. Et utvalg kan rekrutteres gjennom f.eks. en bedrift, skole, idrettsmiljø eller eget nettverk, eller trekkes fra registre som f.eks. Folkeregisteret, SSB-registre, pasientregistre.
Førstegangskontakt	Prosjektleder informerer muntlig direkte til forsøkspersonene i klassene samt informasjonsskriv vil bli gitt ut.	Beskriv hvordan førstegangskontakten opprettes og oppgi hvem som foretar den. Les mer om førstegagskontakt og forskjellige utvalg på våre temasider .
Alder på utvalget	<input type="checkbox"/> Barn (0-15 år) <input type="checkbox"/> Ungdom (16-17 år) <input checked="" type="checkbox"/> Voksne (over 18 år)	Les om forskning som involverer barn på våre nettsider.
Omtrentlig antall personer som inngår i utvalget	35	
Samles det inn sensitive personopplysninger?	Ja <input checked="" type="radio"/> Nei <input type="radio"/>	Les mer om sensitive opplysninger .
Hvis ja, hvilke?	<input type="checkbox"/> Rasemessig eller etnisk bakgrunn, eller politisk, filosofisk eller religiøs oppfatning <input type="checkbox"/> At en person har vært mistenkt, siktet, tiltalt eller dømt for en straffbar handling <input checked="" type="checkbox"/> Helseforhold <input type="checkbox"/> Seksuelle forhold <input type="checkbox"/> Medlemskap i fagforeninger	

Inkluderes det myndige personer med redusert eller manglende samtykkekompetanse?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	Les mer om pasienter, brukere og personer med redusert eller manglende samtykkekompetanse .
Samles det inn personopplysninger om personer som selv ikke deltar (tredjepersoner)?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	Med opplysninger om tredjeperson menes opplysninger som kan identifisere personer (direkte eller indirekte) som ikke inngår i utvalget. Eksempler på tredjeperson er kollega, elev, klient, familiemedlem, som identifiseres i datamaterialet. Les mer .
8. Metode for innsamling av personopplysninger		
Kryss av for hvilke datainnsamlingsmetoder og datakilder som vil benyttes	<input checked="" type="checkbox"/> Papirbasert spørreskjema <input checked="" type="checkbox"/> Elektronisk spørreskjema <input type="checkbox"/> Personlig intervju <input type="checkbox"/> Gruppeintervju <input type="checkbox"/> Observasjon <input type="checkbox"/> Deltakende observasjon <input type="checkbox"/> Blogg/sosiale medier/internett <input type="checkbox"/> Psykologiske/pedagogiske tester <input type="checkbox"/> Medisinske undersøkelser/tester <input type="checkbox"/> Journaldata (medisinske journaler)	<p>Personopplysninger kan innhentes direkte fra den registrerte f.eks. gjennom spørreskjema, intervju, tester, og/eller ulike journaler (f.eks. elevmapper, NAV, PPT, sykehus) og/eller registre (f.eks. Statistisk sentralbyrå, sentrale helseregistre).</p> <p>NBI Dersom personopplysninger innhentes fra forskjellige personer (utvalg) og med forskjellige metoder, må dette spesifiseres i kommentar-boksen. Husk også å legge ved relevante vedlegg til alle utvalgs-gruppene og metodene som skal benyttes.</p> <p>Les mer om registerstudier. Dersom du skal anvende registerdata, må variabeliste lastes opp under pkt. 15</p> <p>Les mer om forskningsmetoder.</p>
	<input type="checkbox"/> Registerdata	
	<input checked="" type="checkbox"/> Annen innsamlingsmetode	
Oppgi hvilken	Fysiologiske tester vil være den primære innsamlingsmetoden av data i studien.	
Tilleggsopplysninger		
9. Informasjon og samtykke		
Oppgi hvordan utvalget/deltakerne informeres	<input checked="" type="checkbox"/> Skriftlig <input checked="" type="checkbox"/> Muntlig <input type="checkbox"/> Informeres ikke	<p>Dersom utvalget ikke skal informeres om behandlingen av personopplysninger må det begrunnes.</p> <p>Les mer. Vennligst send inn mal for skriftlig eller muntlig informasjon til deltakerne sammen med meldeskjema.</p> <p>Last ned en veiledende mal her.</p> <p>Les om krav til informasjon og samtykke.</p> <p>NBI Vedlegg lastes opp til sist i meldeskjemaet, se punkt 15 Vedlegg.</p>
Samtykker utvalget til deltakelse?	<input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nei <input type="radio"/> Flere utvalg, ikke samtykke fra alle	<p>For at et samtykke til deltakelse i forskning skal være gyldig, må det være frivillig, uttrykkelig og informert.</p> <p>Samtykke kan gis skriftlig, muntlig eller gjennom en aktiv handling. For eksempel vil et besvart spørreskjema være å regne som et aktivt samtykke.</p> <p>Dersom det ikke skal innhentes samtykke, må det begrunnes. Les mer.</p>
10. Informasjonssikkerhet		
Hvordan oppbevares navnelisten/ koblingsnøkkelen og hvem har tilgang til den?	Egen sikker server brukt til oppbevaring av forskningsmaterieell ved Høgskolen i Innlandet, Lillehammer.	
Oppbevares direkte personidentifiserbare opplysninger på andre måter?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	
Spesifiser		NBI Som hovedregel bør ikke direkte personidentifiserende opplysninger registreres sammen med det øvrige datamaterialet. Vi anbefaler koblingsnøkkel .

Hvordan registreres og oppbevares personopplysningene?	<ul style="list-style-type: none"> ■ På server i virksomhetens nettverk □ Fysisk isolert PC tilhørende virksomheten (dvs. ingen tilknytning til andre datamaskiner eller nettverk, interne eller eksterne) ■ Datamaskin i nettverkssystem tilknyttet Internett tilhørende virksomheten □ Privat datamaskin □ Videoopptak/fotografi □ Lydopptak □ Notater/papir □ Mobile lagringsenheter (bærbar datamaskin, minnepenn, minnekort, cd, ekstern harddisk, mobiltelefon) □ Annen registreringsmetode 	<p>Merk av for hvilke hjelpemidler som benyttes for registrering og analyse av opplysninger.</p> <p>Sett flere kryss dersom opplysningene registreres på flere måter.</p> <p>Med «virksomhet» menes her behandlingsansvarlig institusjon.</p> <p>NB! Som hovedregel bør data som inneholder personopplysninger lagres på behandlingsansvarlig sin forskningsserver.</p> <p>Lagring på andre medier - som privat pc, mobiltelefon, minnepenne, server på annet arbeidssted - er mindre sikkert, og må derfor begrunnes. Slik lagring må avklares med behandlingsansvarlig institusjon, og personopplysningene bør krypteres.</p>
Annen registreringsmetode beskriv		
Hvordan er datamaterialet beskyttet mot at uvedkommende får innsyn?	Brukernavn og passord sikrer at kun autorisert personell tilknyttet prosjektet har tilgang til forskningsdataene.	Er f.eks. datamaskintilgangen beskyttet med brukernavn og passord, står datamaskinen i et låsbar rom, og hvordan sikres bærbare enheter, utskrifter og opptak?
Samles opplysningene inn/behandles av en databehandler (ekstern aktør)?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	Dersom det benyttes eksterne til helt eller delvis å behandle personopplysninger, f.eks. Questback, transkriberingsassistent eller tolk, er dette å betrakte som en databehandler . Slike oppdrag må kontraktreguleres.
Hvis ja, hvilken		
Overføres personopplysninger ved hjelp av e-post/Internett?	Ja <input checked="" type="radio"/> Nei <input type="radio"/>	F.eks. ved overføring av data til samarbeidspartner, databehandler mm.
Hvis ja, beskriv?	Personopplysninger samles inn ved bruk av elektronisk spørreskjema. Data lagres på sikker server ved institusjonen.	Dersom personopplysninger skal sendes via internett, bør de krypteres tilstrekkelig. Vi anbefaler ikke lagring av personopplysninger på nettskytjenester. Bruk av nettskytjenester må avklares med behandlingsansvarlig institusjon. Dersom nettskytjeneste benyttes, skal det inngås skriftlig databehandleravtale med leverandøren av tjenesten. Les mer .
Skal andre personer enn daglig ansvarlig/student ha tilgang til datamaterialet med personopplysninger?	Ja <input checked="" type="radio"/> Nei <input type="radio"/>	
Hvis ja, hvem (oppgi navn og arbeidssted)?	Thomas Haugen, mastergrad stud. (Norges Idrettshøgskole), Bent Rønnestad, professor (Høgskolen i Innlandet, Lillehammer), Stian Ellefsen, professor (Høgskolen i Innlandet, Lillehammer).	
Utleveres/deles personopplysninger med andre institusjoner eller land?	<input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/> Andre institusjoner <input type="radio"/> Institusjoner i andre land	F.eks. ved nasjonale samarbeidsprosjekter der personopplysninger utveksles eller ved internasjonale samarbeidsprosjekter der personopplysninger utveksles.
Spesifiser hvordan utleveringen foregår og hvilke institusjoner som skal ha tilgang.	Samarbeid forskningsaktører ved Jørstadmoen militærleir. Utlevering av forskningsmaterieell foregår via ekstern lagringsenhet.	
11. Vurdering/godkjenning fra andre instanser		
Søkes det om dispensasjon fra taushetsplikten for å få tilgang til data?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	For å få tilgang til taushetsbelagte opplysninger fra f.eks. NAV, PPT, sykehus, må det søkes om dispensasjon fra taushetsplikten . Dispensasjon søkes vanligvis fra aktuelt departement.
Hvis ja, hvilke		
Søkes det godkjenning fra andre instanser?	Ja <input checked="" type="radio"/> Nei <input type="radio"/>	I noen forskningsprosjekter kan det være nødvendig å søke flere tillatelser. Søkes det f.eks. om tilgang til data fra en registerer? Søkes det om tillatelse til forskning i en virksomhet eller en skole? Les mer om andre godkjenninger .
Hvis ja, hvilken	Lokal etisk komité, Seksjon for idrettsvitenskap, Høgskolen i Innlandet, Lillehammer.	
12. Periode for behandling av personopplysninger		
Prosjektstart	01.08.2017	Prosjektstart Vennligst oppgi tidspunktet for når kontakt med utvalget skal gjøres/datainnsamlingen starter.
Planlagt dato for prosjektslutt	31.12.2038	Prosjektslutt: Vennligst oppgi tidspunktet for når datamaterialet enten skal anonymiseres/slettes, eller arkiveres i påvente av oppfølgingsstudier eller annet.

Skal personopplysninger publiseres (direkte eller indirekte)?	<input type="checkbox"/> Ja, direkte (navn e.l.) <input type="checkbox"/> Ja, indirekte (identifiserende bakgrunnsopplysninger) <input checked="" type="checkbox"/> Nei, publiseres anonymt	Les mer om direkte og indirekte personidentifiserende opplysninger. NBI Dersom personopplysninger skal publiseres, må det vanligvis innhentes eksplisitt samtykke til dette fra den enkelte, og deltakere bør gis anledning til å lese gjennom og godkjenne sitater.
Hva skal skje med datamaterialet ved prosjektslutt?	<input checked="" type="checkbox"/> Datamaterialet anonymiseres <input type="checkbox"/> Datamaterialet oppbevares med personidentifikasjon	NBI Her menes datamaterialet ikke publikasjon. Selv om data publiseres med personidentifikasjon skal som regel øvrig data anonymiseres. Med anonymisering menes at datamaterialet bearbeides slik at det ikke lenger er mulig å føre opplysningene tilbake til enkeltpersoner. Les mer om anonymisering av data .
13. Finansiering		
Hvordan finansieres prosjektet?	Interne midler, Høgskolen i Innlandet, Lillehammer.	Fylles ut ved eventuell ekstern finansiering (oppdragsforskning, annet).
14. Tilleggsopplysninger		
Tilleggsopplysninger	Biologiske prøver overføres til den generelle biobanken "The TrainsOME -humane cellers tilpasning til trening og miljø" (REK_id: 213483) etter innsamling. Deltakerne vil bli spurt om å bidra med prøver til den generelle biobanken på separat samtykkeerklæring (se vedlegg "Tr009-Samtykkeerklæring_TrainsOME"). Prosjektet har på denne måte samme tilknytning til den generelle biobanken som tidligere prosjekter ved vår institusjon (for eksempel 49792/3BGH, "Akutte effekter av å inkludere 30 sekund sprinter under rolig langkjøring hos godt trente syklister" og "Effekten av treningsvolum på muskulære tilpasninger til styrketrening og effekten av utholdenhetstrening på vedlikehold av styrketreningstilpasninger").	Dersom prosjektet er del av et prosjekt (eller skal ha data fra et prosjekt) som allerede har tilrådning fra personvernombudet og/eller konsesjon fra Datatilsynet, beskriv dette her og oppgi navn på prosjektleder, prosjektittel og/eller prosjektnummer.
15. Vedlegg		
Vedlegg	Antall vedlegg: 3. <ul style="list-style-type: none"> ● Tr_009-samtykkeerklæring_studie.docx ● 2017_04_10_Helsekontroll.docx ● Tr009-Samtykkeerklæring_TrainsOME.pdf 	

Informasjonsskriv og informert samtykkeskjema

«Blokperiodisering av styrke- og utholdenhetstrening»

Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet «Effekter av blokkperiodisering av styrke- og utholdenhetstrening på fysisk prestasjonsevne og muskulære egenskaper hos soldater»

Dette er et spørsmål til deg om å delta i en forskningsstudie som tar mål av seg å sammenligne effekter av ulik organisering av styrke- og utholdenhetstrening på fysiske kapasitet og muskulære egenskaper hos unge kvinner og menn. Gjennom studien er det vår målsetting å identifisere sammenhengen mellom individens kroppslige/cellulære særtrekk og deres evne til å respondere på ulikt stimuli (organiseringen av styrke- og utholdenhetstrening) over en bestemt treningsperiode. I det følgende vil du finne en kortfattet beskrivelse av bakgrunnen for prosjektet, samt erklæring om informert samtykke som du skal undertegne og returnere til prosjektleder hvis du ønsker å delta i prosjektet.

Fysisk aktivitet har en rekke positive effekter på menneskekroppens funksjoner og er et av våre viktigste virkemiddel for å fremme folkehelse. Det er mange måter å trene på. Om du velger styrketrening eller utholdenhetstrening, harde og korte økter eller lange og lette økter, vil det påvirke utbytte i forhold til styrke og utholdenhet. Måten du planlegger og periodisere treningen på er også en bestemmende faktor. Det er i den sammenheng økende interesse for såkalt blokkperiodisering, der man deler en langvarig treningsperiode inn i korte sykluser, med konsentrert fokus på bestemte typer trening og utvikling av bestemte fysiske egenskaper. Vi ønsker i denne studien å se nærmere på om blokkperiodisering av styrke og utholdenhet kan gi økt fysisk prestasjon og cellulær aktivering (sammenlignet med tradisjonell treningsplanlegging). Vi ønsker også å kartlegge om effektene av blokkperiodiseringen varierer fra individ til individ og om dette henger sammen med biologiske karakteristikk, med fremtidig målsetting om å tilpasse treningen til den enkeltes behov.

Hva går forskningsprosjektet ut på?

Hovedformålet med studien er å sammenligne effekter av 13 ukers blokkperiodisering av styrke- og utholdenhetstrening med effekter av 13 ukers tradisjonell (lineær) treningsplanlegging på fysisk prestasjonsevne og cellebiologiske karakteristikk i beinmuskulaturen hos moderat trente soldater (figur 1). Det er en forutsetning for deltakelse at du har trent styrke og utholdenhet ≤ 3 økter i uken de siste seks månedene forut for prosjektoppstart. Du skal være mellom 18 og 30 år. Du skal være ikke-røyker. Du skal ikke være på medisiner som kan påvirke tilpasningsevnen til trening (e.g. steroider). Du kan ikke ha nedsatt fysisk funksjonsevne som hindrer treningsutførelse. Deltakerne skal deles inn i to intervensjonsgrupper: en gruppe som skal gjennomføre 13 uker med blokkperiodisering og en gruppen som skal trene tradisjonelt (lineært).

«Blokkperiodisering av styrke- og utholdenhetstrening»

	Week nr	Week	Block periodization		Traditional periodization	
			END	STR	END	STR
Familiarize to tests	33					
Pre test	34					
	35	1	1	3	2	2
	36	2	3	1	2	2
Exercise	37	3	1	1	1	1
	38	4	1	3	2	2
	39	5	3	1	2	2
		Total	9	9	9	9
Test	40	6	1	1	1	1
	41	7	3	1	2	2
	42	8	1	3	2	2
	43	9	4	0	2	2
		Total	9	5	7	7
	44	10	0	4	2	2
	45	11	3	1	2	2
	46	12	1	3	2	2
	47	13	2	2	2	2
Post test	48	14				
		Total	6	10	8	8
		Total sessions	24	24	24	24

Figur 1 Periodiserings design, 13 uker med blokk eller tradisjonell organisering av treningen. Tilvenning til testene vil skje i uke 33 før pre test i uke 34. Uke 37 består av to øker som gjennomføres under den obligatoriske militære øvelsen. Uke 40 gjennomføres et lite testbatteri og i uke 48 gjennomføres post testen.

Begge intervensjonsgruppene skal trene fire økter i uken. Blokkperiodiseringsgruppen skal annenhver uke ha hovedfokus på henholdsvis styrke og utholdenhet; 3 økter styrke eller utholdenhet, samt 1 økt med motsatt treningsfokus. I ukene 9 og 10 skal fokus være på styrke eller utholdenhet; 4 økter med samme fokus. Den tradisjonelle gruppen skal trene gjennom hele intervensjonen gjennomføre 2 økter med styrke og 2 økter med utholdenhet i uken. Styrketreningen gjennomføres som et helkroppsprogram: knebøy, beinpress, leg curl, benkpress, sittende nedtrekk, militær press og biceps curl. Styrketreningen skal bestå av 3 sett per styrkeøvelse, med 4-12 repetisjoner per sett. Utholdenhetstreningen gjennomføres som høyintensitetsintervaller, med 4-6 x 5 min per treningsøkt. Begge gruppene gjennomfører den samme typen treningen og skiller seg kun fra hverandre ved ulik treningsorganisering.

Begge grupper gjennomfører de samme testene for å kartlegge styrke- og utholdenhetsegenskaper, samt innhenting av vevsprøver fra lårmuskelen for å kartlegge muskelbiologiske særtrekk. Tester og muskelbiopsitaking skal gjennomføres i forkant av intervensjonen, etter fem uker og i etterkant av intervensjonen.

All trening vil, så langt det lar seg gjøre, foregå under veiledning, enten på Høgskolen i Innlandet, Lillehammer eller ved Jørstadmoen militærleir. Tester og muskelbiopsitaking skal gjennomføres ved Høgskolen i Innlandet, Lillehammer. *Detaljert informasjon om innhold og tidsforløp vil bli gitt i et informasjonsmøte hvor det og vil være mulig å stille spørsmål.*

For ytterligere informasjon, ta kontakt med PhD-stipendiat Sjur J. Øfsteng (sjur.johansen.ofsteng@inn.no), eller professor Bent Rønnestad (bent.ronnestad@inn.no).

Hvilke fordeler og ulemper vil du ha av å delta?

Prosjektet vil kreve mye av din tid. I hele treningsperioden vil vi anstrenge oss for å legge trenings- og testtidspunkt til rette for deg. Du vil få tilbud om å være med i en velorganisert treningsgruppe og du vil sannsynligvis oppleve bedret prestasjonsevne i fysiske tester. Prosjektet vil således kunne bli både lærerikt, ved at du får kunnskap om trening og effekter av trening, og sosialt. Du vil få mulighet til å gjennomføre en del tester som du ellers ikke ville fått tilgang til.

Noen synes vevsprøvetaking er ubehagelig. Man vil typisk bli litt støl i muskelen 1-2 dager i etterkant. I svært få tilfeller vil biopsitaking kunne føre til at følelsen i huden forsvinner for en lengre periode (og i verste fall permanent), eller gi tydelig arrdannelse. Biopsitaking er også forbundet med en viss infeksjonsfare. Risikoen for disse komplikasjonene er svært små ved bruk av prosedyrene som benyttes i dette prosjektet. Du vil få klare instruksjoner om hvordan du skal behandle såret i etterkant av prøvetagningen.

Hva skjer med prøvene og informasjonen om deg?

Prøvene tatt av deg og informasjonen som registreres om deg skal kun brukes slik som beskrevet i hensikten med studien. Alle opplysninger og prøver vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjennende opplysninger. En kode knytter deg til dine opplysninger og prøver gjennom en navneliste. Denne vil kun være tilgjengelig for autorisert personell knyttet til prosjektet som har adgang til navnelisten og som kan finne tilbake til deg. Det biologiske materialet vil bli innlemmet i en forskningsbiobank (se eget avsnitt om Biobank) og vil bli destruert innen 31.12.2038. Det vil ikke være mulig å identifisere deg i resultatene av studien når disse publiseres. Resultatene fra studien vil danne grunnlaget for en doktorgradsavhandling og vil bli publisert i vitenskapelige tidsskrifter.

Erklæring om informert samtykke

Det er helt frivillig om du vil være med i studien og du kan når som helst trekke deg ut uten at du trenger oppgi grunn til dette. Hvis du sier ja til å delta i studien, har du rett til å få innsyn i opplysninger som er registrert på deg og også rett til å få korrigert eventuelle feil som oppdages. Om du trekker deg fra studien, vil innsamlet materiale og data om deg bli slettet, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner.

Personvern

Opplysninger som registreres om deg vil typisk inkludere fødselsår, kjønn, høyde, vekt, eventuelle data om medisinforbruk og sykdomshistorikk, data fra prestasjonstester og treningsarbeid, data om kroppssammensetning, data fra blod- og vevsanalyser og data om kosthold. Lister som forbinder ditt personnavn med prosjektspesifikt identifikasjonsnummer vil til enhver tid bli oppbevart adskilt fra øvrige data, enten i låst skap lokalisert til låsbart kontor eller i passord-beskyttet tilstand (i etterkant av digitalisering). Kun autorisert personell vil ha tilgang til disse listene. Høgskolen i Lillehammer ved administrerende direktør er databehandlingsansvarlig.

Biobank

Alle blod- og vevsprøver, samt øvrig informasjon som innhentes i prosjektet, inklusiv informasjon som blir utledet fra det biologiske materialet, vil bli lagret i kodet tilstand i en forskningsbiobank tilknyttet prosjektet og vil etterhvert bli overført til den generelle biobanken «The TrainsOME – humane cellers tilpasning til trening og miljø» (REK-id: 213483), situert ved Høgskolen i Innlandet, Lillehammer/Sykehuset Innlandet. TrainsOME-prosjektet er igangsatt for å avdekke sammenhenger mellom individers tilpasningsevne til trening, også kalt trenbarhet, og kroppslige/cellulære særtrekk. Gjennom den generelle biobanken skal prøvene analyseres sammen med prøver fra en rekke andre prosjekter, hvor den overordnede målsettingen er å studere faktorer som er bestemmende for generell trenbarhet. Dette innebærer generelle analyser av cellebiologiske og genetiske trekk som for eksempel cellers form og utseende, arvematerialets sammensetning (inkludert DNA-sekvens og epigenetisk modifisering), proteinforekomst og -funksjon, RNA-uttrykk og -regulering, hormonforekomst, og mange flere. Innsamlede vevsprøver vil bli destruert innen 31.12.2038, tilsvarende varigheten til den generelle forskningsbiobanken. Forskningsdata som har blitt utledet av materialet vil deretter bli oppbevart i anonymisert tilstand på sikker server på ubestemt tid, sammen med øvrige data innhentet i prosjektet. Professor Stian Ellefsen er hovedansvarshavende for forskningsbiobanken.

Økonomi

Studien og biobanken er finansiert gjennom forskningsmidler fra diverse kilder, deriblant Høgskolen i Innlandet, Forsvarets ingeniørhøgskole og Sykehuset Innlandet. Det finnes i utgangspunktet ingen økonomiske egeninteresser.

Forsikring

Forsøkspersoner vil bli dekket via særskilt forsikring som heter "Ansvar for skade på person og ting" som dekker eventuelle skader på personer som er forsøkspersoner i forsknings- og/eller utviklingsarbeid ved Høgskolen i Innlandet, Lillehammer.

Informasjon om utfallet av studien

Du vil selvsagt få tilgang til dine egne resultater ved å kontakte oss. Utfallet av studien vil bli publisert i offentlig tilgjengelige forskningsartikler og vil være viktig for utforming av nye retningslinjer for treningsplanlegging, med særlig fokus på optimalisering av soldaters fysiske prestasjon. Prosjektet er godkjent av Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste og av Lokal etisk komité, Seksjon for idrettsvitenskap, Høgskolen i Innlandet, Lillehammer.

Prosjektkoordinator eller øvrige prosjektmedarbeidere kan kontaktes når som helst i arbeidstiden:

Sjur Johansen Øfsteng (PhD-stipendiat, prosjektkoordinator)
tlf: 61288554, epost: sjur.johansen.ofsteng@inn.no

Bent Rønnestad (professor, prosjektkoordinator)
tlf: 61288193, epost: bent.ronnestad@inn.no

Stian Ellefsen (professor og hovedansvarshavende Biobank),
tlf: 61288103, epost: stian.ellefsen@inn.no

For utdypende forklaring av hva studien innebærer, ta kontakt med ovenfor nevnte.

Jeg bekrefter å ha lest ovenstående informasjon og sier meg villig til å delta i prosjektet «Effekter av blokkperiodisering av styrke- og utholdenhetstrening på fysisk prestasjonsevne og muskulære egenskaper hos soldater».

Sted:.....

Underskrift:

Dato:/.... 201..

.....

Søknad til lokal etisk komité

Sjur J. Øfsteng
Seksjon for Idrettsvitenskap
Høgskolen i Innlandet, Lillehammer
sjur.johansen.ofsteng@inn.no

SØKNAD OM FORSKNINGSETISK VURDERING
07.08.2017

Til

Lokal Etisk Komité
Høgskolen i Innlandet, Lillehammer

Vedlegg:

1. «Tr009-samtykkeerklæring_studie («Blokperiodisering av styrke- og utholdenhetstrening»)
2. «Tr009-Samtykkeerklæring_TrainsOME»
3. «12_12_2016-Meldeskjema_NSD»

Søknad om forskningsetisk vurdering av prosjektet: «Effekter av blokkperiodisering av styrke- og utholdenhetstrening på fysisk prestasjonsevne og muskulære egenskaper hos soldater».

Vi søker herved om en forskningsetisk vurdering av prosjektet «Effekter av blokkperiodisering av styrke- og utholdenhetstrening på fysisk prestasjonsevne og muskulære egenskaper hos soldater».

Prosjektet beskrevet i denne søknaden har som hensikt å undersøke effekten av styrke- og utholdenhetstrening på cellulære trekk hos soldater ved Jørstadmoen militærleir. Prosjektet faller derfor ikke under helseforskningsloven og er ikke meldepliktig til Regional Etisk Komité (REK). Vevsprøver som innhentes i prosjektet vil overføres til den generelle biobanken "The TrainsOME -humane cellers tilpasning til trening og miljø" (REK-id: 213483) etter innsamling. Deltakere vil bli spurt om å bidra med prøver til den generelle biobanken på separat samtykkeerklæring (se vedlegg «Tr009-samtykkeerklæring_TrainsOME»). Prosjektet har på denne måte den samme tilknytningen til den generelle biobanken som tidligere prosjekter ved vår institusjon.

Prosjektet ble den 30.05.2017 meldt til Personvernombudet, Norsk senter for forskningsdata.

Forskningsetisk egenvurdering:

Det blir brukt etablerte protokoller i gjennomføringen av muskelbiopsier med erfarent personell under medisinsk veiledning. Deltakere vil bli ekskludert fra studien hvis de rapporterer eller har opplevd uheldige effekter av lokalbedøvelse. Deltakerne vil videre bli gitt skriftlig og muntlig informasjon om prosedyrer for å minimere infeksjonsrisikoen etter prøvetakningen. Etter en muskelprøve kan man oppleve lett sårhet, men dette normaliseres vanligvis 1-2 dager etter prøvetakningen. Andre invasive metoder (vene og kapillær prøver) er ikke forbundet med noen risiko.

Trening er typisk ikke assosiert med noen risiko i denne deltakergruppen. For å unngå uheldige effekter vil hver treningsøkt bli veiledet av en instruktør.

Gjennom studien vil deltakerne få kunnskap om sin individuelle treningsrespons og generell kunnskap om treningsmetoder. Deltakerne vil også få tilgang til sine egne testresultat. Denne studien vil øke forståelsen for mekanismer som bestemmer treningsadaptasjoner. Forståelse av disse mekanismene kan bidra til å designe mer optimale/tilpasset treningsprogram i en bred populasjon.

Populærvitenskapelig sammenfatning:

Det har blitt økende interesse for såkalt å blokkperiodisering. Der man deler en langvarig treningsperiode inn i korte sykluser, med konsentrert fokus på bestemte typer trening og utvikling av bestemte fysiske egenskaper. Vi ønsker i denne studien å se nærmere på om blokkperiodisering av styrke- og utholdenhet kan gi økt fysisk prestasjon og cellulær aktivering sammenlignet med en tradisjonell lineær treningsmodell. Målet er å optimalisere treningsutbyttet for styrke- og utholdenhet, ved å identifisere og undersøke muskelcellens egenskaper og tilpasning til trening. Vi ønsker også å kartlegge om effektene av blokkperiodiseringen varierer fra individ til individ og om dette henger sammen med biologiske karakteristikk, med fremtidig målsetting om å tilpasse treningen til den enkeltes behov.

Hovedformålet med studien er å sammenligne effekten av 13 uker med blokkperiodisering med en gruppe som trener tradisjonelt (lineært), sett på funksjonell prestasjonsevne og cellebiologiske trekk i beinmuskulaturen. Særlig fokus vil bli tillagt faktorer som er bestemmende for utvikling av utholdenhetskapasitet og muskelvekst. Til studien søker vi moderat trente soldater, som har trent ≤ 3 økter i uken med styrke og utholdenhet. De skal være mellom 18 og 30 år. De skal være ikke-røyker. De skal også ikke være på medisiner som kan påvirke tilpasningsevnen til trening eller plaget med skader som hindrer treningsutførelse. Deltakerne skal deles inn i to intervensjonsgrupper: ene gruppen gjennomfører 13 uker med blokkperiodisering mens den andre gruppen trener tradisjonelt (lineært).

Begge intervensjonsgruppene skal trene fire økter i uken, hvor blokkperiodisering trener annenhver uke med fokus på enten styrke eller utholdenhet (3 økter + 1 vedlikeholds økt av motsatte treningsfokus). I ukene 9 og 10 skal fokus være på styrke eller utholdenhet; 4 økter med samme fokus. Den tradisjonelle trener 2 økter av styrke og utholdenhet hver uke gjennom hele intervensjonen. Styrketreningen vil være 3 sett à 4-12 repetisjoner per øvelse. Styrketreningen gjennomføres som et helkroppsprogram: knebøy, beinpress, leg curl, benkpress, sittende nedtrekk, biceps curl og militærpress. Utholdenhetstreningen vil være høy intensitets intervaller 4-6 serier à 5 min. Begge gruppene gjennomfører altså den samme treningen, det er bare organiseringen som er noe ulik.

Begge grupper gjennomfører de samme testene for å kartlegge styrke- og utholdenhetsegenskaper samt muskelbiologiske særtrekk. Testene og vevsprøver (muskelbiopsier) vil gjennomføres i forkant av intervensjonen, etter fem uker og i etterkant av intervensjonen. I etterkant av intervensjonen vil det gjennomføres ytterligere to biopsier i forbindelse med enkeltstående styrkeøkt, med og uten forutgående utholdenhetsøkt. Dette muliggjør analyse av hvordan utholdenhet påvirker akutte cellulære responser på styrketrening.