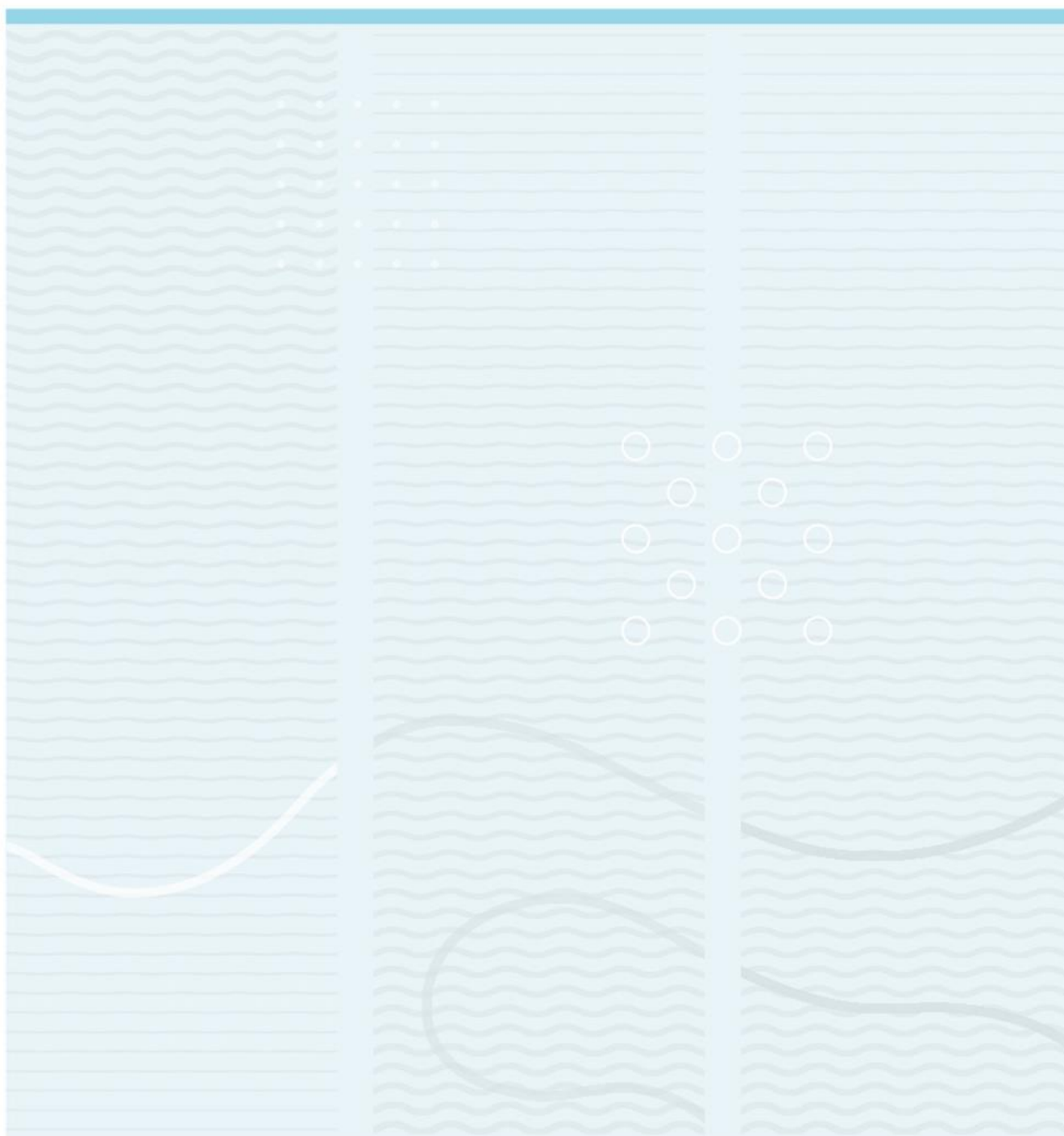


Malin Ivarsson Jørgensen

Stronger is better?

Hvor stor er betydningen av 1RM i knebøy for 100m og 800m tidsprestasjon?



Universitetet i Sørøst-Norge
Fakultet for humaniora, idretts- og utdanningsvitenskap (HiU)
Institutt for Kroppsøving, idrett- og friluftslivsfag
Postboks 235
3603 Kongsberg

<http://www.usn.no>

© 2023 Malin Ivarsson Jørgensen

Denne avhandlingen representerer 60 studiepoeng

Sammendrag

Formål: Formålet med dette studiet var å kartlegge betydningen av maksimal styrke (1RM) i knebøy for tidsprestasjon på 100m sprint og 800m løp, samt å undersøke effekten av økning i 1RM i knebøy på 100m og 800m tidsprestasjon etter en 6 ukers treningsperiode.

Metode: Totalt 12 deltakere (6 kvinner og 6 menn) ble rekruttert til å være med i denne studien. Deltakerne ble testet i tidsprestasjon på 100m og 800m, 1RM i knebøy, maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}), løpsøkonomi (C_r) og løp på 130% av maksimal aerob hastighet (TTU) både før og etter en 6 ukers treningsperiode hvor de selv kunne velge treningsmetode.

Resultater: Det ble funnet en signifikant sammenheng ved pre-test mellom 1RM i knebøy og tidsprestasjon på 100m ($r=-0.66$, $p=0.020$), og maksimal anaerob hastighet (MANS) ($r=0.64$, $p=0.024$). Det ble også funnet korrelasjoner mellom tidsprestasjon på 800m og 100m ($r=0.85$, $p=0.001$), 800m og MANS ($r=-0.83$, $p=0.001$) og 800m og MAS ($r=-0.91$, $p=0.001$). Det kom også frem av resultatene at de som hadde størst fremgang i 1RM i knebøy etter treningsperioden presterte bedre på 100m tidsprestasjon ($p=0.02$), og hadde en høyere MANS ($p=0.02$), enn de som hadde minst fremgang i 1RM i knebøy. 1RM i knebøy viste ingen signifikant sammenheng med tidsprestasjon på 800m ved pre-test ($r=-0.34$, $p=0.277$), eller ved endring fra pre til post ($r=0.09$, $p=0.777$).

Konklusjon: De sterkeste i 1RM i knebøy var de raskeste på 100m sprint. 1RM i knebøy hadde ingen statistisk betydning for 800m tidsprestasjon. De som forbedret 1RM i knebøy mest, hadde større fremgang på 100m sprint enn de som forbedret 1RM i knebøy minst. Forbedring i 1RM i knebøy førte ikke til forbedring i tidsprestasjon på 800m.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
1.0 Introduksjon	6
1.1 Problemstilling	7
2.0 Teori	7
2.1 Bestemmende faktorer for maksimal styrke i knebøy	7
Muskeltverrsnitt	7
Fibertypesammensetning.....	8
Nevrale faktorer.....	9
Samspill mellom musklene	9
2.2 Bestemmende faktorer for prestasjon på 100m sprint	10
Maksimal anaerob hastighet (MANS).....	10
Muskulære og nevrale forhold	11
Effekt og Newtons 2. og 3. lov.....	12
Ulike faser i sprint	13
Fjærstivhet	13
2.3 Bestemmende faktorer for prestasjon på 800m løp.....	14
VO _{2maks}	15
Løpsøkonomi.....	15
Maksimal aerob hastighet (MAS)	16
Anaerob sprintreserve (ASR)	16
3.0 Metode	16
3.1 Utvalg	17
3.2 Testprosedyrer.....	18
3.2.1 Testing av 1RM i knebøy	19
3.2.2 Testing av VO _{2maks} og C _r	19
3.2.3 Testing av 100m sprint og 800m løp.....	20
3.2.4 Testing av TTU på 130% av MAS	21
3.3 Treningsperioden	21

3.4 Utstyr.....	22
3.5 Statistiske analyser.....	22
4.0 Resultater.....	23
5.0 Diskusjon.....	28
5.1 1RM i knebøy og 100m tidsprestasjon.....	28
5.2 100m og 800m tidsprestasjon.....	29
5.3 1RM i knebøy og 800m tidsprestasjon.....	30
1RM i knebøy og MAS.....	31
6.0 Styrker og svakheter.....	32
7.0 Praktiske implikasjoner.....	33
8.0 Konklusjon.....	33
9.0 Litteraturliste.....	34
9.1 Vedlegg.....	42
Vedlegg 1.....	42
.....	44
Vedlegg 2.....	45

1.0 Introduksjon

Knebøy er en av de viktigste øvelsene for å utvikle styrke og effekt i strekkapparatet i beina (Comfort & Kasim, 2007; Kraemer & Ratamess, 2004), og det å ha en stor maksimal styrke i underekstremitetene vil ha en viktig innvirkning for prestasjon i flere ulike idretter (Adams et al., 1992). Fotball, rugby, friidrett og sykling er noen idretter hvor maksimal styrke i knebøy har vist seg å ha sammenheng med gode prestasjoner (Wisløff et al., 2004; Comfort et al., 2012; Sunde et al., 2010; Seitz et al., 2014; Thompson et al., 2017). For å oppnå høye løpshastigheter som kreves for å prestere i både 100m og 800m løp så kreves det både stor og hurtig kraftutvikling i strekkapparatet (Thompson et al., 2017; Seitz et al., 2014; Bachero-Mena et al., 2017).

Under 100m sprint og 800m løp vil det å produsere stor kraft mot underlaget være avgjørende for å akselerere kroppen hurtig fremover. Under første fase av et 800m løp vil evnen til maksimal kraftutvikling være viktigst, mens mot slutten av løpet så vil evnen til å opprettholde løpshastighet, bl.a. ved effektiv energiomsetning være viktigst for prestasjon (Thompson et al., 2017; Kadono et al., 2007). Løpsøkonomi har derfor vist seg å være en viktig faktor for prestasjon på 800m (Støren et al., 2021; Saunders et al., 2004). Løpsøkonomi (C_r) defineres som oksygenkostnaden på en standardisert løpshastighet, og benevnes som VO_2 per minutt ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$). Også C_r har vist seg å være påvirket av maksimal styrke, da ulike studier viser til forbedret C_r ved økt maksimal styrke (Støren et al., 2008; Millet et al., 2002). Under 100m sprint vil evnen til å produsere stor kraft under akselerasjonsfasen være en viktig faktor for resten av løpet (Cronin & Hansen, 2006; Mann et al., 1983). God evne til å akselerere raskt vil kunne føre til en hurtigere økning av løpshastigheten (Yu et al., 2016), en fase som krever mer energi enn å opprettholde hastigheten. Videre er det viktig å opprettholde den maksimale løpshastigheten man har opparbeidet seg så lenge som mulig for å prestere godt, da er det også viktig at kraftproduksjonen mot underlaget opprettholdes (Yu et al., 2016, Mann et al., 1983). Økt maksimal styrke har ved å påvirke maksimal anaerob løpshastighet (MANS) dermed et potensial for å forbedre løpshastigheten en person klarer å oppnå ved maksimal anaerob energifrigjøring. I tillegg kan forbedret maksimal styrke altså forbedre C_r , noe som igjen vil bidra til å forbedre den maksimale aerobe hastigheten (MAS), da denne er et produkt av VO_{2maks} og C_r (Støren et al., 2021). Både MANS og MAS er viktige faktorer som er med på å bestemme 800m løpsprestasjon (Støren et al., 2021; Sandford et al., 2019a). MANS vil være den viktigste av disse for å bestemme prestasjon på 100m sprint (Sandford et al., 2019a).

1.1 Problemstilling

Det er i tidligere studier vist at maksimal styrke i knebøy har en signifikant sammenheng med prestasjon på korte distanser innen sprint (10-80m) (McBride et al., 2009; Requena et al., 2011; Blagrove et al., 2018). Det er derimot i mindre grad publisert studier som viser til noen direkte sammenhenger mellom 1RM i knebøy og prestasjon på 100m sprint eller 800m løp (Bret et al., 2002; Bachero-Mena et al., 2017). Problemstillingen i denne mastergradsavhandlingen er derfor: **Hvor stor er betydningen av 1RM i knebøy for 100m og 800m tidsprestasjon?** Med følgende underproblemstilling: **Fører forbedret 1RM i knebøy til forbedret tidsprestasjon på 100m og 800m?**

2.0 Teori

2.1 Bestemmende faktorer for maksimal styrke i knebøy

Maksimal styrke er den største kraften en person klarer å utvikle ved langsomme eksentriske og konsentriske bevegelser, eller isometriske aksjoner (Raastad et al., 2010, s. 13). Å teste en persons maksimale styrke kan effektivt gjøres ved å benytte 1RM. 1RM representerer den maksimale motstanden en person klarer å løfte én gang (McArdle et al., 2015, s. 502), i dette tilfelle knebøy. 1RM i knebøy er hyppig brukt i studier for å teste både pasienter, mosjonister og profesjonelle utøvere sin maksimale styrke i strekkapparatet (Støren et al., 2008; Hoff & Helgerud, 2004; Sunde et al., 2010; Helgerud et al., 2011; Støren et al., 2021).

En persons maksimale styrke i knebøy bestemmes av både muskulære og nevralt faktorer (Raastad et al., 2010, s. 19).

Muskeltverrsnitt

Muskelens tverrsnittareal er den viktigste faktoren som bestemmer maksimal styrke i knebøy (Raastad et al., 2010, s. 19). Det er vanlig å skille mellom fysiologisk og anatomisk muskeltverrsnitt. Det fysiologiske muskeltverrsnittet refererer til det totale tverrsnittet av alle muskelfiberne i den aktuelle muskelen og representerer tverrsnittet vinkelrett på fibernes lengdeakse (McArdle et al., 2015, s. 364; Aagaard, 2003). Mens det anatomiske tverrsnittet refererer til selve muskelens tverrsnittareal, og representerer tverrsnittet som ligger langs muskelens lengdeakse (Aagaard et al., 2001; Raastad et al., 2010, s. 21). Et større fysiologisk tverrsnittareal i de aktuelle musklene vil føre til et større volum av myofibriler, og dermed et større antall kontraktile proteiner (myosin og aktin), som igjen vil føre til et større antall potensielle aktive tverrbroer i inngrep (Folland & Williams, 2007; Raastad et al., 2010, s. 20). Kraften musklene klarer å utvikle øker med antallet parallelle myofibriler, og antallet aktive tverrbroer i inngrep (Sand et al., 2014, s. 339; Raastad et al., 2010, s. 20). Evnen til å utvikle

kraft er også sterkt preget av musklenes sarkomerlengde innad i myofibrillene (McArdle et al., 2015, s. 362), og potensialet for å utvikle størst kraft er når sarkomerene sørger for optimal overlapp mellom aktin og myosin. Ved denne optimale lengden er antallet tverrbroer i inngrep på sitt maksimale, og evnen til å utvikle kraft er da størst (Cormie et al., 2011). Det er dermed det fysiologiske tverrsnittet som representerer det maksimale antallet tverrbroer som kan komme i inngrep i den aktuelle muskelen (Aagaard et al., 2001). Den arkitektoniske utformingen av musklene har også noe å si for evnen til å utvikle kraft. De største muskelgruppene i strekkapparatet er fjærformet, noe som vil si at de får et stort fysiologisk muskeltverrsnitt med sine skråstilte muskelfibre (Raastad et al., 2010, s. 22). Imidlertid er det pennasjonsvinkelen på muskelfiberne som har noe å si for kraftutviklingen, da den direkte påvirker antall sarkomerer i det aktuelle muskeltverrsnittet (McArdle et al., 2015, s. 362).

Fibertypesammensetning

Fibertypesammensetningen har også noe å si for vår maksimale styrke, men gjelder muligens mest for eksplosiv styrke (Raastad et al., 2010, s.19). Skjelettmuskelfibre er delt inn i type I og type II og er basert på kontraksjonshastigheten for enkeltkontraksjoner (Sand et al., 2014, s. 345). Type II fiberne er kraftigere, men mindre utholdende og kalles for raske muskelfibre, type I fiberne er mer utholdende men mindre kraftige og kalles langsomme muskelfibre (Sand et al., 2014, s. 345). De raske muskelfiberne deles så inn i to ulike typer, raske oksidative fibre (type IIa) og raske glykolytiske fibre (type IIx) (Sand et al., 2014, s. 347). De kontraktile egenskapene til de raske muskelfiberne bestemmes av myosin heavy- og light chains (MHC og MLC) (Raastad et al., 2010, s. 23-24). MHC er det kontraktile proteinet innenfor de raske muskelfiberne som er ansvarlig for å gjøre adenosintrifosfat (ATP) om til mekanisk energi (Balagopal et al., 1997). For å utvikle stor kraft er det da fordelaktig å ha en større sammensetning av raske muskelfibre, da disse har evnen til å generere større kraft i et tverrsnittareal enn langsomme muskelfibre (type I fibre) (Cormie et al, 2011; Edgerton et al., 1957). Dette kommer av at de motoriske enhetene i type II fiberne har en høyere fyringsfrekvens og dermed en hurtigere frigjøring av kalsium (Ca^{2+}) fra sarkoplasmatiske retikulum (SR). Dette gir dermed evnen til å danne og bryte tverrbroer med høy frekvens. Dessuten har de raske muskelfiberne en høyere ATPase-aktivitet som bidrar til større kontraksjonshastighet (Balagopal et al., 1997; McArdle et al., 2015, s. 374; Sand et al., 2014, s. 347; Barany, 1967).

Nevrale faktorer

Nevrale faktorer er evnen til å rekruttere aktuelle motoriske enheter, fyringsfrekvensen i de motoriske enhetene, koordinasjon og teknikk (Folland & Williams, 2007; Raastad et al., 2010, s. 19). En motorisk enhet består av en motorisk nervecelle og alle de muskelfiberne den innerverer (Sand et al., 2014, s. 330). Rekrutteringen av motoriske enheter skjer i form av et rekrutteringshierarki, hvor type I motoriske enheter rekrutteres først ved mindre behov for kraftutvikling, mens de kraftigere motoriske enhetene som type IIx og IIa rekrutteres når det er behov for stor kraftutvikling slik som ved 1RM i knebøy (Sand et al., 2014, s. 346; Raastad et al., 2010, s. 28). Fyringsfrekvensen i en motorisk enhets akson kan bidra til å regulere kraften i hver enkelt enhet, og er direkte proporsjonal med frigjøringen av Ca^{2+} fra SR og dermed tverrbrødannelse (Maffiuletti et al., 2016). Ved 1RM i knebøy så vil de motoriske enhetene regulere kraften opp mot 80% av maksimal kraft, mens for å oppnå maksimal kraftutvikling så må fyringsfrekvensen i de aktuelle motorisk enhetene økes (Raastad et al., 2010, s. 28). Fyringsfrekvensen bestemmes av hyppigheten på aksjonspotensialene som sendes fra den motoriske nervecellen og til tilhørende motoriske enheter og de muskelfiberne de innerverer (Enoka, 1995). For at tverrbrødannelse skal opprettholdes må Ca^{2+} konsentrasjonen fra SR forbli høy slik at bindingssetene på aktin holdes åpne for myosinhodene som da kan binde seg til dem (McArdle et al., 2015, s. 374). Jo raskere og hyppigere aksjonspotensialene sendes til muskelfiberne og ned i T-rørene, jo større flyt vil man få av Ca^{2+} fra SR, dette fører til flere tverrbroer i inngrep samtidig og raskt, og dermed får man en kraftigere kontraksjon (Enoka, 1995; Raastad et al., 2010, s. 29). Ca^{2+} fester seg på troponin, dette fører til at tropomyosinmolekylene som skjuler bindingssetene på aktinfilamentene flytter på seg. Dermed kan myosinhodene feste seg på aktinfilamentene og danne tverrbroer (Sand et al., 2014, s. 335).

Samspill mellom musklene

Knebøy er en kompleks øvelse hvor en rekke muskler må aktiveres og koordineres for å kunne utføre arbeidet (Kraemer & Ratamess, 2004). Når det skal skapes et dreiemoment over flere ledd, så må det være samspill mellom flere ulike muskelgrupper, disse muskelgruppene kalles gjerne agonister og synergister (Raastad et al., 2010, s. 32). Antagonister er muskler som jobber motsatt av disse i en bevegelse (Sand et al., 2014, s. 349). Under knebøy vil quadriceps muskulaturen fungere som agonister, hamstring og gluteus muskulaturen vil fungere som antagonister, og triceps surae vil fungere som synergist (McBride et al., 2007). Hamstring muskulaturen vil bidra mest i den eksentriske fasen av løftet og sørger for

stabilisering av kneleddet, mens quadriceps, gluteus og triceps surae vil bidra mest i den konsentriske fasen av løftet (Gilroy et al., 2008). Siden knebøy er en øvelse hvor det skapes dreiemoment over flere ledd, kreves det en kompleks nevralt aktivering og koordinasjon i de ulike muskelgruppene for å skape størst mulig kraft mot underlaget (Kraemer & Ratamess, 2004). Evnen til å aktivere og koordinere motoriske enheter og fyringsfrekvensen i disse i de involverte musklene i knebøy vil være viktig for kraftutvikling, dette kan også oversettes til teknikk (Raastad et al., 2010, s. 32-33).

2.2 Bestemmende faktorer for prestasjon på 100m sprint

100m sprint handler om å komme fortest mulig fra start til mål, og er et produkt av steglengde og stegfrekvens (Ross et al., 2001). Faktorer som akselerasjon, maksimal sprinthastighet, og evnen til å opprettholde hastigheten utover tretthet (Ross et al., 2001; Cunha, 2005), spiller også en viktig rolle for prestasjonen. Hvor stor hastighet som kan oppnås bestemmes av evnen til å generere stor kraft mot underlaget, evnen til hurtig ATP redannelse, og evnen til å opprettholde kraften mot underlaget under hele løpet (Gundlach, 1963; Haugen et al., 2019; Gastin, 2001). Steglengde og stegfrekvens er de viktigste faktorene som bestemmer prestasjon på 100m sprint (Ross et al., 2001). Steglengden bestemmes av evnen til å generere stor kraft mot underlaget i hvert steg (Ross et al., 2001). Stegfrekvensen bestemmes av evnen til å koordinere muskelaksjoner mellom agonister og antagonister, og av evnen til rekruttering av type II motoriske enheter og fyringsfrekvensen i disse (Ross et al., 2001). Usain Bolt fikk registrert en stegfrekvens på 4.1 steg per sekund, og en steglengde på 2.70m under hans maksimale hastighetsfase når han satte gjeldende verdensrekord i 2009 (Gjerset et al., 2015, s. 447). For lang steglengde vil bremse farten, og for rask stegfrekvens vil påvirke kraftproduksjonen i hvert steg og igjen gå utover farten man klarer å oppnå. Evnen til å koordinere steglengden og stegfrekvensen optimalt under et løp er med på å skille verdenseliten i sprint fra andre utøvere (Kunz & Kaufmann, 1981).

Maksimal anaerob hastighet (MANS)

Maksimal anaerob hastighet (MANS) er beskrevet som den høyeste løpshastigheten en person klarer å oppnå med maksimal anaerob energifrigjøring (Støren et al., 2021).

Denne hastigheten kan defineres som topphastighet. MANS kan være et produkt av 100m tidsprestasjon og uttrykkes som $(\frac{100}{100m \text{ tid i sek}}) \cdot 60$, og fremstilles i dette studiet som meter per minutt ($m \cdot \text{min}^{-1}$). Testing av 100m sprint kan gi en god indikasjon på en persons MANS (Støren et al., 2021). En slik test vil imidlertid ikke gi et eksakt bilde av den egentlige MANS

som er den absolutte toppfarten fordi 100m sprint inneholder en akselerasjonsfase ved starten av løpet og en retardasjonsfase på slutten av løpet (Thompson, 2017). Likevel vil testing av 100m sprint gi en god nok indikasjon på en persons MANS, og er i tillegg en enkel test å gjennomføre for både trenere og utøvere (Støren et al., 2021).

MANS er i denne oppgaven det samme som 100m tidsprestasjon så derfor vil de fysiologiske bestemmende faktorene være de samme. For å ha en høy MANS er man dermed avhengig av hurtig redannelse av ATP for å oppnå og opprettholde høy kraftutvikling (Gastin, 2001).

Muskulære og nevralt forhold

Ved et maksimalt muskellarbeid som i 100m sprint så vil det være hensiktsmessig å ha en stor andel av type II muskelfibre da disse har muligheten til å produsere opp til 4 ganger høyere effekt enn type I fiberne (Raastad et al., 2010, s. 23). Årsaken til dette er at Ca^{2+} frigjøres fra, og transporteres hurtigere tilbake til SR i type II fibre enn i type I fibre. På grunn av den høye fyringsfrekvensen så skjer transporteringen av Ca^{2+} 3-8 ganger raskere i type II fibre, og fører dermed til flere tverrbroer i inngrep (Maffioletti et al., 2016). Type II fibre har bedre evne til å skape stor kraft ved store kontraksjonshastigheter, det er derfor disse fiberne kan produsere høyest effekt og har høy kapasitet for anaerob ATP produksjon gjennom glykolysen (Thompson, 2017; McArdle et al., 2015, s. 166). Mengden raske muskelfibre i muskulaturen er imidlertid i stor grad genetisk bestemt og dermed lite trenbar (Haugland & Mathisen, 2003). Sprintere innehar ofte større andel raske muskelfibre enn for eksempel mellom- og langdistanseløpere (Wilson et al., 2012).

Når startsignalet går under sprint går muskulaturen fra hvilende til maksimalt arbeid på kort tid, det er derfor hensiktsmessig å generere stor kraft hurtig, dette kalles Rate of Force Development (RFD) og måles i newtonmeter per sekund (Rodriguez-Rosell et al., 2018). Å ha en høy RFD vil være hensiktsmessig i sprint da den i stor grad er med på å bestemme hvor hurtig og hvor kraftig man kan generere kraft mot underlaget (Hernández-Davó & Sabido, 2014). RFD bestemmes først og fremst av evnen til å rekruttere flest mulig motoriske enheter, med høyest mulig fyringsfrekvens (Sale, 1987; Rodriguez-Rosell et al., 2018). Jo høyere fyringsfrekvensen er i de motoriske enhetene, jo større blir kraftproduksjonen (Sale, 2003; Raastad et al., 2010, s. 227). Fyringsfrekvensen bestemmer frigjøringen av Ca^{2+} til SR, som igjen avgjør hvor mange tverrbroer man kan få i inngrep (Raastad et al., 2010, s. 29-30). For at hurtige tverrbrodannelse skal skje, må det være tilgang til ATP. Under 100m sprint benyttes

i hovedsak kreatinfosfatsystemet for å redanne ATP (Thompson, 2017). Det er kun nok lagret ATP tilgjengelig til ca. 2-4 sekunders høyintensivt arbeid, det er da avgjørende at kreatinfosfatsystemet klarer å redanne ATP med en fart som tilsvarer forbruket, og kreatinfosfatlagrene muliggjør en slik hurtig redannelse av ATP i ca. 10 sekunder (Medbø & Tabata, 1989). Tverrbrodannelse kommer av hydrolysen av ATP til ADP og uorganisk fosfat, og når ATP festes til myosinhodet, så vil dette føre til at tverrbroen brytes (Sand et al., 2014, s. 332). Når tverrbroene blir dannet og brutt på denne måten så vil myosinhodene trekke aktinet mot z-linjen, og på denne måten forkortes sarkomere og det skapes en glidefilamentmekanisme (Sand et al., 2014, s. 329 og 332). Når lengden på sarkomeren bidrar til optimal overlapping mellom aktin og myosin så vil man kunne ha maksimalt antall tverrbroer i inngrep, og dermed utvikle maksimal kraft (Cormie et al., 2011). Så lenge flyten av Ca^{2+} opprettholdes, og tilgangen til ATP består, så vil tverrbroer fortsette å dannes og brytes, og dermed skape hurtigere og kraftigere kontraksjoner, som kan bidra til en høyere maksimal hastighet (Sand et al., 2014, s. 335; Thompson, 2017; Cheatham et al., 1986).

Effekt og Newtons 2. og 3. lov

Den eksplosive styrken er viktig i sprint da de aktuelle egenskapene er knyttet til hvor stor kraft man kan skape ved store forkortningshastigheter (Raastad et al., 2010, s. 13). Den eksplosive styrken bestemmes også av hvor stor effekt, altså hvor mange watt (W) man kan generere i en gitt bevegelse (Raastad et al., 2010, s. 14). Som nevnt er prestasjon på 100m sprint et produkt av stegfrekvens og steglengde (Ross et al., 2001). Evnen til å oppnå høy effekt (W), og dermed evnen til å produsere kraft mot underlaget vil være av størst viktighet for å oppnå optimal steglengde (Ross et al., 2001, Raastad et al., 2010, s. 225). Effekt defineres som arbeid per tidsenhet og fremstilles slik:

$$Effekt (W) = \frac{Kraft \cdot vei}{tid}$$

I tillegg til å kunne produsere høy effekt, er også en persons relative styrke viktig under sprint, nemlig for å kunne skape stor akselerasjon av egen kroppsvekt per tidsenhet (Raastad et al., 2010, s. 225). Newtons 2 lov viser til formelen ($\Sigma F = m \cdot a$) (Holand, 2008, s. 20). I dette tilfellet vil loven uttrykkes som $F = kg \cdot a$ (F =kraft, kg =kroppsmasse, a =akselerasjon). Ifølge McGinnis (1999) og McGinnis (2013), så vil større kraft føre til større akselerasjon, gitt at massen forblir den samme. Newtons 3 lov uttrykkes som $F = -F$ (*kraft = motkraft*). Det vil si at den kraften en person klarer å virke med mot underlaget i en sprint, vil da virke

motsatt rettet med like stor kraft, og dermed flytte personen fra underlaget (McGinnis, 1999; McGinnis, 2013).

Ulike faser i sprint

100m sprint består av 3 ulike faser, en akselerasjonsfase, en maksimal hastighetsfase, og en retardasjonsfase (Bret et al., 2002; Mero et al., 1992). Delecluse (1997), beskriver også en overgangsfase mellom akselerasjonsfasen og maksimal hastighetsfasen. Akselerasjonsfasen starter i det bakre bein starter fraskyvet mot startblokken eller underlaget, og slutter i det man når sin maksimale hastighet (Nytrø et al., 1988). Under akselerasjonsfasen er den viktigste faktoren evnen til å generere stor kraft horisontalt mot underlaget for å skape fremdrift av kroppen (Colyer et al., 2018; Haugen et al., 2019). Akselerasjonsfasen består i hovedsak av konsentrisk muskelarbeid (Delecluse, 1997). Når akselerasjonsfasen er over, vil det komme en overgangsfase fra akselerasjon til maksimal hastighetsfasen (Delecluse 1997). I denne fasen vil kontakttiden og svevtiden gå ned i takt med at løpshastigheten øker (Delecluse, 1997). I overgangsfasen og i maksimal hastighetsfasen vil muskelarbeidet gå fra å være i hovedsak konsentrisk til å bli eksentrisk-konsentrisk. Når muskelfiberne aktiveres og strekkes, for så å umiddelbart trekke seg sammen, kalles det Stretch-shortening cycle (SSC). Denne mekanismen vil kunne utvikle større kraft og produsere mer effekt enn ved konsentrisk arbeid alene (Cormie et al., 2011; Nicol et al., 2006). Grunnen til dette er at den eksentriske fasen i SSC vil gi tid til samarbeidende muskulatur til å generere kraft som skal benyttes i det kommende konsentriske arbeidet (Cormie et al., 2011). Muskel-sene apparatet har evnen til å absorbere det mekaniske arbeidet og lagre det som elastisk energi (Cormie et al., 2011). Dette gjør at en person som gjennomfører en 100m sprint kan jobbe mer økonomisk, og bruke mindre energi (Voigt et al., 1995). Under retardasjonsfasen vil kontakttiden mot underlaget øke da løpshastigheten går ned, noe som vil bremse løpsfarten. For forbedret prestasjon så gjelder da å opprettholde maksimal hastighetsfasen så lenge som mulig før retardasjonsfasen starter (Delecluse, 1997).

Fjærstivhet

Fjærstivhet kan defineres ved å dele endringen i kraftproduksjon på endringen i muskellengden (Houk, 1974). Fjærstivhet i muskulaturen kan uttrykkes gjennom Hookes lov: $F = -kx$, hvor F er kraften som er påført muskelen, x er lengden muskelen har blitt strukket utover hvilelengden, mens k er fjærstivhet (Giuliodori et al., 2009). Fjærstivhet i muskler og sener kan påvirke en rekke faktorer som er viktig for 100m sprint, blant annet RFD, og

lagring og bruk av elastisk energi (Brughelli & Cronin, 2008). Ulike studier har også vist at forbedret fjærstivhet har sammenheng med forbedret løpshastighet, økt stegfrekvens, kortere kontakttid med underlaget og forbedret Cr (Farley & Gonzalez, 1996; McMahon et al., 2012; Heise & Martin, 1998). Ifølge Komi (2003), så vil et høyt nivå av fjærstivhet i beina kunne øke mengden elastisk energi som lagres og benyttes under sprint, og kan dermed bidra til bedre prestasjon ved at både stegfrekvensen og steglengden øker. Dette kan igjen bidra til at man kan oppnå en høyere løpshastighet i maksimal hastighetsfasen i 100m sprint (Bret et al., 2002). Det er vist at sprintere har bedre fjærstivhet i sener og muskler i beina enn langdistanseløpere (Hobara et al., 2008). Fjærstivheten i sener og muskler i beina vil kunne forbedres ved maksimal styrketrening (Kubo et al., 2006; Kongsgaard et al., 2007; Reeves, 2006). Det vil dermed være mest hensiktsmessig å kombinere maksimal styrketrening med sprinttrening for å forbedre fjærstivheten mest mulig, som igjen kan bidra til forbedret tidsprestasjon på 100m sprint.

2.3 Bestemmende faktorer for prestasjon på 800m løp

800m løp er en krevende distanse som setter store krav til både det anaerobe og det aerobe energisystemet (Spencer & Gastin, 2001; Bachero-Mena et al., 2017). Verdensrekorden innen 800m løp for menn ligger på 1.40.91 min (IAAF, hentet 23. Mars 2023), mens for kvinner er verdensrekorden 1.53.28 min (IAAF, hentet 23. Mars 2023). Ifølge Sandford et al (2019b), kreves det både god taktisk og fysisk utførelse for å vinne et 800m løp. Verdens-eliten innen 800m løp har registrert tider på ned mot 11 sekunder per 100m, dette viser viktigheten av å ha en høy sprints hastighet også som mellomdistanseløper (Sandford et al., 2019b). Medbø & Tabata (1989), presiserer i sin studie at maksimalt arbeid i ca. 120 s vil foregå med ca. 60% aerob og ca. 40% anaerob energiomsetning. Dette viser til viktigheten av å ha en høy maksimal aerob hastighet (MAS), så vel som en høy maksimal anaerob hastighet (MANS) (Støren et al., 2021). Under et 800m løp stilles det dermed store krav til både de anaerobe energisystemene (kreatinfosfatsystemet og det glykolytiske systemet), og det aerobe energisystemet (Gastin, 2001). Alle disse tre energisystemene må bidra for å imøtekomme musklens energikrav under løpet (Duffield et al., 2005). Gastin (2001), forklarer hvordan de anaerobe energisystemene begrenses når det gjelder intensiv aktivitet som vedvarer over lenger tid. Jo lenger aktiviteten varer, desto større blir bidraget fra aerob energiomsetning. Dette vil bidra til å begrense hastigheten på ATP reproduksjonen under løpet, noe som igjen vil ha innvirkning på tidsprestasjonen (Dimenna & Jones, 2016). Medbø & Tabata (1989), viser også til liknende resultater med økning av det aerobe bidraget jo lenger aktiviteten varer. Medbø & Tabata (1989), konkluderer med at energibidraget vil være ca. 50/50 når maksimal

aktivitet varer opp til 60 s. Når aktiviteten vedvarer utover 60 s, så vil det aerobe bidraget øke mer og mer. Det er imidlertid uenighet om hvor krysspunktet med 50% aerobt og 50% anaerobt bidrag ligger. Gastin (2001), konkluderer med at det ligger på 30 s med intens aktivitet, mens McArdle et al (2015, s. 233), konkluderer med at det ligger på opp mot 90 s med intens aktivitet. Det er dermed å betrakte at bidrag fra begge energisystemene er av stor viktighet for tidsprestasjon på 800m.

VO_{2maks}

VO_{2maks} (maksimalt oksygenopptak) er definert som den maksimale evnen en person har til å ta opp og utnytte oksygen per tidsenhet under intensiv trening (Basset & Howley, 2000). VO_{2maks} blir sett på som en av de viktigste faktorene for prestasjon i utholdenhetsidretter ettersom varighet og distanse øker, og er dermed en viktig faktor for prestasjon på 800m (Thompson, 2017). VO_{2maks} kan uttrykkes som absolutte verdier ($L \cdot \text{min}^{-1}$), eller relativt til full kroppsvekt ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), som er normalt i vektbærende idretter (Støa et al., 2017; Støren et al., 2008; Gjerset et al., 2015, s. 294), i dette tilfellet, løping.

Det er fire fysiologiske faktorer som kan begrense en persons VO_{2maks}. Ifølge Basset & Howley (2000), så er disse 1) lungenes diffusjonskapasitet, 2) hjertets maksimale slagvolum, 3) blodets kapasitet til å transportere oksygen, 4) musklens evne til å ta opp og utnytte oksygenet. Disse fire faktorene deles inn i sentrale og perifere faktorer, eller supply og demand, hvor de tre første faktorene faller under supply, mens den siste faktoren faller under demand (Basset & Howley, 2000). Supply er en betegnelse på transportkapasiteten av oksygen fra lungene, gjennom hjertet, og til skjelettmuskulaturen (Basset & Howley, 2000). Mens demand betegner skjelettmuskulaturens evne til å utnytte oksygenet gjennom energiomsetningen (Basset & Howley, 2000). Den viktigste begrensende faktoren for VO_{2maks} vil være hjertets maksimale slagvolum da det bestemmer forsyningskapasiteten av oksygen til den arbeidende skjelettmuskulaturen, altså supply (Basset & Howley, 2000; Helgerud et al., 2007).

Løpsøkonomi

En persons løpsøkonomi (C_r) defineres som oksygenkostnaden på en standardisert løpshastighet, og kan uttrykkes som VO₂ per minutt ($\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), eller VO₂ per løpte meter ($\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$) (Støren et al., 2008). Under løp så måles C_r som regel som oksygenkostnad per løpte meter, og uttrykkes dermed som ($\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$) (Helgerud, 1994). For

mellomdistanseløpere vil det være en viktig faktor å ha en god C_r for å prestere godt. Ifølge Saunders et al (2004), så vil en god C_r føre til at man bruker minst mulig energi, med minst mulig oksygenkostnad, samtidig som man holder høyest mulig løpshastighet. Dette vil si at en god C_r , vil kunne bidra til en forbedret tidsprestasjon på 800m. En rekke studier viser at C_r kan forbedres ved maksimal styrketrening (Støren et al., 2008; Saunders et al., 2004; Hoff et al., 2001; Hoff et al., 2002a; 2002b). Maksimal styrketrening fører til at man kan utnytte den elastiske energien bedre, samt unngå å benytte unødvendig energi under bremsefasen i løping, noe som fører til bedre C_r (Saunders et al., 2004).

Maksimal aerob hastighet (MAS)

Maksimal aerob hastighet (MAS) er et mål på en persons aerobe prestasjon (Bellenger et al., 2015). MAS blir beskrevet som den laveste kontinuerlige løpshastigheten en person kan holde, samtidig som VO_{2maks} oppnås (Helgerud et al., 2010; Morgan et al., 1989; Støren et al., 2021). MAS er et produkt av VO_{2maks} og C_r og kan uttrykkes ved formelen $\frac{VO_{2maks}}{C_r}$ (Støren et al., 2021; Helgerud et al., 2010). MAS kan gi et bilde på en persons aerobe utholdenhetskapasitet og vil spille en rolle for en persons prestasjon på 800m. Jo høyere MAS en person har, jo bedre vil tidsprestasjonen på 800m være (Støren et al., 2021). Maksimal styrketrening i form av knebøy har også potensialet til å øke en persons MAS ved at det er vist å forbedre C_r (Støren et al., 2021; Støren et al., 2008).

Anaerob sprintreserve (ASR)

Anaerob sprintreserve (ASR) utgjør den relative differansen mellom MANS og MAS (Støren et al., 2021). En høy ASR er vist å være en viktig bestemmende faktor for 800m tidsprestasjon (Støren et al., 2021; Sandford et al., 2019a). Dette gjelder imidlertid kun dersom høy ASR skyldes høy MANS (Sandford et al., 2019b). En person med høy ASR som skyldes høy MANS vil kunne løpe raskere og mer avslappet på hver runde under et 800m løp, og dermed ha mer i «reserve» mot slutten av løpet, noe som kan bidra til bedre tidsprestasjon (Sandford et al., 2019b; Støren et al., 2021). Dersom en høy ASR skyldes en lav MAS, kan dette ha en negativ innvirkning på 800m tidsprestasjon (Støren et al., 2021).

3.0 Metode

I denne mastergraden er det gjennomført en intervensjonsstudie hvor hensikten var å se om 1RM i knebøy hadde betydning for tidsprestasjon på 100m sprint og 800m løp. Det var også av interesse å finne ut om de som forbedret seg i knebøy også forbedret seg på 100m og 800m

tidsprestasjon, altså om de sterkeste også var de raskeste. Forskningsprosjektet og datainnsamlingen er gjennomført i samarbeid med ansatte og andre studenter ved Universitetet i Sørøst-Norge Campus Bø (USN). Denne masteroppgaven benytter seg av deler (frem til vår 2022) av datamateriale fra hovedprosjektet. Resultatene og konklusjonene i denne masteroppgaven vil dermed høyst sannsynlig avvike fra resultater i publiserte artikler når hovedprosjektet er ferdig. Datainnsamlingen i denne masteroppgaven er gjort over to perioder, høst 2021 og vår 2022. Hovedstudien er godkjent av NSD (Referanse nr: 183455), og av forskningsavdelingen ved USN.

3.1 Utvalg

12 deltakere (kvinner: n=6, og menn: n=6) ble frivillig rekruttert til å delta i denne studien gjennom to ulike perioder (høst 2021 og vår 2022). Deltakerne ble rekruttert gjennom egne nettverk og fra USN Campus Bø. I første periode av datainnsamlingen (høst 2021) var det totalt 7 deltakere som deltok i studien. 4 av disse gjennomførte treningsperioden (3 menn og 1 kvinne). Tre deltakere pådro seg skader eller kunne av andre grunner ikke gjennomføre treningsperioden og ble dermed ekskludert fra studien. I andre periode av datainnsamlingen (vår 2022) var det totalt 13 deltakere som deltok i studien. 8 av disse gjennomførte treningsperioden (5 kvinner og 3 menn). Fem deltakere måtte ekskluderes fra prosjektet da de ikke rakk posttester innen 14 dager, eller måtte trekke seg fra studiet av ulike årsaker.

Alle deltakerne fikk utdelt et samtykkeskjema med informasjon om gjennomføring av tester og treningsperiode, samt et egenerklæringsskjema om egen helse. Begge disse måtte signeres før testingen kunne starte. Inklusjonskriteriene innebar at hver enkelt deltaker måtte være over 18 år, være frisk og ikke ha noen underliggende sykdommer eller skader, samt at de kunne presse seg til frivillig utmattelse. Det ble ikke satt noen kriterier for treningsbakgrunn for deltakerne. Studien inneholder både deltakere som er nybegynnere innenfor trening, og deltakere som var godt kjent med styrketrening og/eller kondisjonstrening fra før av. Eksklusjonskriterier i denne studien var alder under 18 år og skader eller helseplager som kunne hindre deltakeren i å gjennomføre testene eller treningsperioden. Deltakere som måtte avbryte treningsperioden på grunn av skader eller andre grunner, ble også ekskludert fra studien.

Tabell 1. Deltakerens karakteristika				
TP	Kjønn	Alder	Vekt kg	Høyde cm
1	M	22	94.5	180
2	M	23	77.8	175
3	M	22	70.2	178
4	M	40	84.5	184
5	K	20	65	171
6	K	24	60.9	160
7	M	27	107.3	193
8	K	25	69.8	167
9	K	26	60.7	164
10	K	26	73.7	170
11	K	24	78.2	176
12	M	19	68	189
Gj.Sn.	50-50%	24.8	75.8	175.5
STD.AV		± 5.3	± 13.9	± 9.9
VC (%)		21.3	18.3	5.64

K, kvinne. M, mann. Gj.sn, gjennomsnitt. STD.AV, standard avvik. VC, variasjons koeffisient vist i %.

Tabell 1. Tabellen viser en oversikt over alle deltakernes karakteristika (n=12).

3.2 Testprosedyrer

Under studien ble det gjennomført tester av 100m sprint, 800m løp, VO_{2maks}, C_r, tid til utmattelse på 130% av MAS (TTU) og 1 repetisjon maksimum i knebøy (1RM). VO_{2maks}, C_r og 1RM i knebøy ble testet samme dag. 100m sprint og 800m løp ble testet samme dag. TTU måtte testes etter VO_{2maks} og C_r fordi deltakerens MAS måtte kalkuleres for å finne riktig hastighet. MAS er et produkt av de to variablene VO_{2maks} og C_r, og kan regnes ut ved bruk av formelen $\frac{VO_{2maks} (ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1})}{C_r (ml \cdot kg^{-1} \cdot m^{-1})}$ som da uttrykker hastigheten i meter per minutt (m·min⁻¹) (Støren et al., 2021; Helgerud et al., 2010). Testene måtte ha minst et døgn mellomrom slik at deltakerne fikk muligheten til å restituere seg mellom testene. Testene ble gjennomført før et seks ukers treningsprogram startet, etter de seks ukene med trening var gjennomført, ble det gjennomført posttester på samme måte som pretestene.

3.2.1 Testing av 1RM i knebøy

Testing av 1RM i knebøy ble gjennomført ved bruk av Smith-maskin. Før testingen kunne starte måtte deltakerne først posisjonere seg i maskinen, deretter ble fotplasseringen målt i forhold til hvor de posisjonerte seg. Dette ble gjort for å sikre standardisering av prosedyren. Deltakeren ble deretter bedt om å ta en knebøy der de skulle gå ned til minst 90° i kneleddet. Dybden ble målt og godkjent av testveileder, og markert på siden av smith-maskin stativet. Avstand fra gulvet til stangplasseringen ble også notert ned for resten av testingen. Deltakeren ble til slutt spurt om hva de trodde deres 1RM var, ut ifra dette estimerte testveileder en mulig 1RM som ble grunnlaget for utregning av belastningen under oppvarmingen. Etter å ha sikret deltakerens plassering i stativet, kunne den progressive oppvarmingen mot 1RM starte. Det ble gjennomført 10 repetisjoner på 50% av 1RM, 5 repetisjoner på 60% av 1RM, 3 repetisjoner på 70% av 1RM, og 1 repetisjon på 80% av 1RM, deretter økte vi belastningen etter hver repetisjon slik at vi til slutt fant deltakeren sin 1RM i knebøy (Støren et al., 2008).

Deltakerne hadde 3 minutter pause mellom hvert sett. Etter hvert som belastningen ble tyngre benyttet vi spottere som stod på hver sin side av stangen for å hjelpe deltakeren opp om det ble nødvendig. Dette ble gjort for å sikre at deltakeren ikke pådro seg noen skader. Det var viktig for resultatene at det ble løftet med maksimal mobilisering i konsentrisk fase (Støren et al., 2008). For å være sikker på at dette ble gjort, var vi tydelige på at de skulle gå langsomt ned. Da de hadde kommet langt nok ned, ropte testveileder et tydelig «ja», som var et signal på at deltakeren måtte så eksplosivt de kunne opp igjen. For å få en mest mulig naturlig posisjon under løftet og for å standardisere prosedyren, ble det ikke benyttet sko av deltakerne. Når deltakeren gav seg eller gjorde et underkjent løft, ble det siste godkjente løftet satt som 1RM, og dette resultatet ble tatt med i datainnsamlingen.

3.2.2 Testing av VO_{2maks} og C_r

Før testingen startet ble deltakerne veid slik at oksygenopptaket skal kunne uttrykkes i milliliter per kilo per minutt ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$). VO_2 analysatoren og tredemøllen ble kalibrert til henholdsvis riktige O_2 - og CO_2 målinger, og fart og stigning. Deltakerne gjennomførte progressiv oppvarming på tredemølle i 10-15 minutter hvor de samtidig ble forklart hvordan testene skulle gjennomføres. Deretter fikk deltakerne utdelt et pulsbelte (polar RS100, Kempele, Finland) som skulle registrere hjerterefrekvens under hele testen, og en maske med munnstykke. Masken ble satt på deltakeren av testveileder og koblet til O_2 -analysatoren

(metalyzer II cortex biophysic GmbH, Leipzig, Germany) for å måle oksygenopptaket under hele testen (Støren et al., 2021).

Først skulle C_r testes. Testen gjennomføres med to drag à 5 minutter på en intensitet som tilsvarer 70-90% av estimert VO_{2maks} . På begge dragene ble det registrert 4 målinger, disse ble skrevet ned hvert 30. sekund fra 3.30 minutter frem til draget var ferdig. Under disse målingene ble O_2 -målingene og hjertefrekvens notert ned. Drag nr. 2 ble gjennomført på en noe høyere intensitet for å sikre at testen ble gjennomført mellom 70-90% av VO_{2maks} . Etter testen av C_r fikk deltakerne en 5 minutters aktiv pause før gjennomføringen av selve VO_{2maks} testen (Støren et al., 2021). Ved gjennomføringen av VO_{2maks} testen ble tredemøllen satt til en 5% stigning og startfarten ble satt til 7-11 km/t, avhengig av deltakerens fysiske form. Testveileder økte farten med 0,5 km/t hvert 30. sekund med samtykke fra deltaker. Når deltakeren ikke ønsket større fartsøkning måtte de løpe på samme hastighet frem til kriteriene for godkjent test ble nådd. Kriterier for godkjent test var frivillig utmattelse, $> 95\%$ av HF_{maks} , avflatning av VO_2 -kurven og respiratorisk utvekslings ratio (RER) verdi $> 1,05$ (Helgerud et al., 2010; Støa et al., 2020).

3.2.3 Testing av 100m sprint og 800m løp

Alle testene ble gjennomført på friidrettsbane ved USN Campus Bø og ved Kjølnes Stadion i Porsgrunn. Vinden ble målt med vindmåler, og ingen løp ble gjennomført med mindre vindstyrken ble målt til < 2 sekundmeter. 100m-testene ble gjennomført på langsiden av friidrettsbanen hvor det var medvind. Oppvarmingen til testene var progressiv og varte i 15 minutter. Deltakerne startet med rolig jogg og økte tempoet etter hvert som de ble varme. Deltakerne avsluttet oppvarmingen med 3-4 stigningsløp på nær 90% av maksfart.

Den første testen deltakerne skulle gjennomføre var 100m sprint. 100m sprint testen ble gjennomført i heat med 2-3 deltakere. Det ble forsøkt å sette sammen deltakere på ca. samme treningsnivå. Dette ble gjort for å øke konkurranseinstinktet og for å mulig forbedre prestasjonen. 100m sprint testen ble satt i gang med startpistol av testveileder og tiden ble tatt manuelt av testveilederne med en stoppeklokke per deltaker, samt en kontrollklokke. Testveileder som hadde ansvaret for startpistolen telte ned før startskuddet gikk av, og tiden skulle startes når man kunne se røyken fra startpistolen. Etter 100m sprint testen var det 10-15 minutter til 800m løps testen startet. Deltakerne ble anbefalt å holde seg i bevegelse i pausen. 800m løps testen ble gjennomført på samme måte som 100m sprint testen, i heat med 2-3

deltakere som løp samtidig og med en stoppeklokke per deltaker, samt en kontrollklokke. Etter endt test ble deltakerne anbefalt å ta en rolig nedjogging for å avslutte økten (Støren et al., 2021). Etter at MAS ble kalkulert som $\frac{VO_{2maks}}{Cr}$, og MANS ble kalkulert som gjennomsnittsfarten på 100m sprint, så kunne ASR kalkuleres som MANS – MAS. ASR kunne benevnes i enten $m \cdot \text{min}^{-1}$, $\text{km} \cdot \text{t}^{-1}$, eller som supramaksimal prosent av MAS (Støren et al., 2021).

3.2.4 Testing av TTU på 130% av MAS

Gjennomføring av TTU på 130% av MAS (tid til utmattelse) ble gjennomført med samme kriterier som 100- og 800m testene, og med samme oppvarming. Testen foregikk på friidrettsbane hvor deltakerne individuelt skulle løpe etter en sykkel på en kalkulert hastighet. Hver deltaker fikk sin hastighet kalkulert ved å gange deres MAS med 1.3. Hvis en person hadde en MAS på 17,5 km/h vil det si at de måtte løpe på $17.5 \cdot 1.3 = 22.75$ km/h under TTU-testen. Formålet med testen var at deltakerne skulle opprettholde sin gitte hastighet så lenge som mulig, frem til utmattelse (Støren et al., 2021).

Farten til deltakerne ble kontrollert ved bruk av en sykkelcomputer hvor en testleder syklet foran deltakeren på den gitte hastigheten. Testlederen syklet et par runder før testen startet for å bli vant til farten. Dette ble gjort for å sikre at farten var så lik som deltakerens 130% av MAS som mulig under hele testen. Når deltakeren var ferdig oppvarmet og testleder hadde gjennomført noen tilvenningsrunder på sykkelen ble testen startet med startsignal fra en annen testleder. Når den gitte hastigheten var nådd, ropte testleder på sykkel et klart «Ja», og dermed ble tiden startet med stoppeklokke. Etter start plasserte flere testledere seg ut på banen for å motivere deltakeren, samt holde et øye med hvilken avstand deltakeren gav seg på. Når deltakeren havnet mer enn 2 meter bak sykkelen, så ble tiden stoppet (Støren et al., 2021).

3.3 Treningsperioden

Treningsperioden varte i seks uker. Deltakerne sto fritt til å velge selv hvordan de ville trene, men de kunne få veiledning av testveiledere på hvordan de kunne øke MANS eller MAS under de seks ukene. Fem av deltakerne ville ha veiledning for å øke MANS, og fem ville ha veiledning for å øke MAS. Treningsprogrammet som skulle øke MANS inneholdt intervaller med korte intensive sprinter, og maksimal styrketrening. Mens treningsprogrammet som skulle øke MAS inneholdt høyintensiv aerob intervalltrening. De to siste deltakerne fulgte sitt eget program. Det er verdt å nevne at testpersonene som fikk veiledning for MANS og MAS

også fulgte sine egne program. Det ble ikke sett på som nødvendig å sette et konkret program som deltakerne måtte følge for denne studien. Deltakerne ble i stedet oppfordret til å notere ned hva, og hvordan de hadde trent gjennom de seks ukene, de ble også oppfordret til å sende inn notater til testveilederne etter hver gjennomførte treningsuke.

3.4 Utstyr

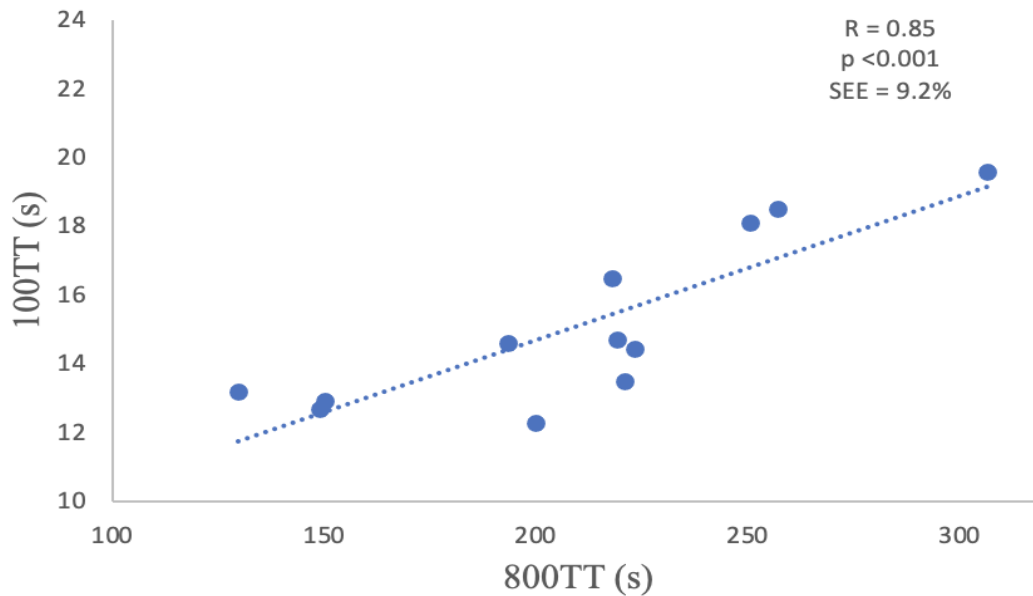
Under 100m og 800m testene ble det benyttet vindmåler for å sikre at vinden var under 2 m/s. Det ble også brukt én stoppeklokke per deltaker i tillegg til en kontroll klokke. For å starte testene ble det benyttet startpistol. Resultatene ble notert ned i skrivebok og deretter plottet inn i Microsoft Excel. Under testing av VO_{2maks} og C_r ble det benyttet tredemølle fra merket Woodway PPS55 (Waukesha, WI, USA). Hjerterefrekvens ble målt med pulsbelte fra Polar (Polar RS100, Kempele, Finland). Oksygenopptaket ble målt med Cortex Metalyser II (CORTEX Biophysik GmbH, Leipzig, Germany). Testing av 1RM knebøy foregikk i Smith-maskin, og med Musclelab system (ergo test technology, Porsgrunn, Norway), for å sikre rett posisjon under testingen. Resultatene ble notert ved bruk av Microsoft Excel (versjon 2016, Microsoft Corp., USA).

3.5 Statistiske analyser

De statistiske analysene ble utført ved hjelp av IBM SPSS versjon 26 (Statistical Package for Sosial Science, Chicago, IL, USA) og Microsoft Excel (versjon 2016, Microsoft Corp., USA). Alle deltakerne ($n=12$) ble testet for normalfordeling på resultatene ved bruk av QQ-plot og Shapiro-Wilk tester. QQ-plot ble brukt til å se om plottene var lineære, og Shapiro-Wilk testen ble brukt for å se om resultatene var signifikant normalfordelt. Resultatene ble funnet til å være normalfordelte. For å sjekke om det fantes signifikante korrelasjoner mellom de testede variablene, ble det gjennomført en Pearsons korrelasjonstest og parede T-tester. For å sjekke om det var forskjeller mellom dem med størst eller minst forbedring i 1RM i knebøy i de andre prestasjonsvariablene, ble det gjennomført uparrede T-tester. Signifikansnivået i alle de statistiske testene ble satt til $p<0,05$ i tohalede tester.

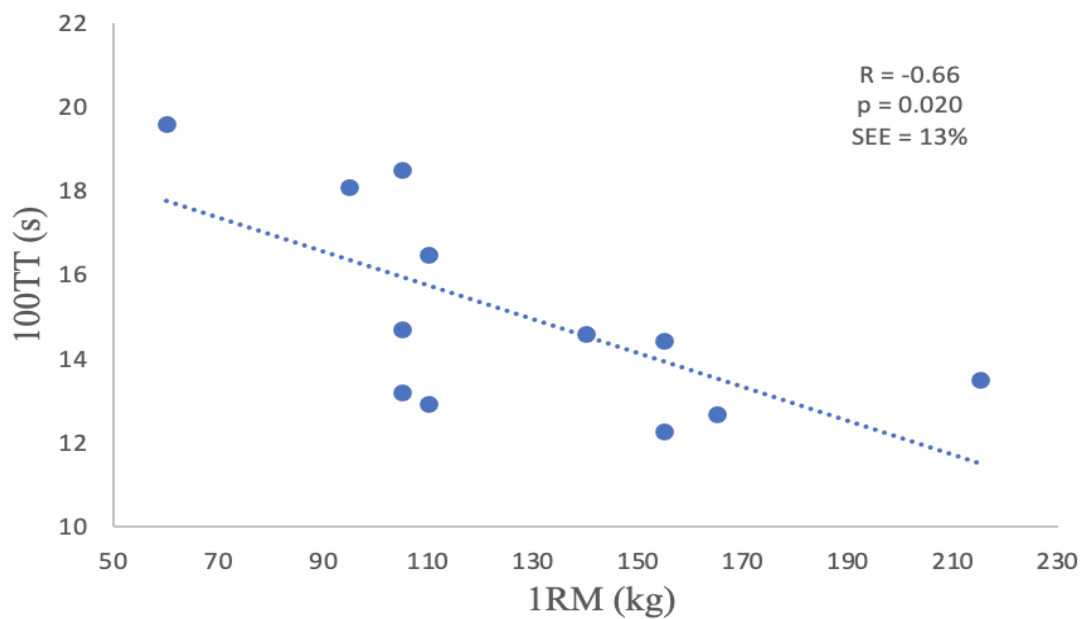
4.0 Resultater

Det ble funnet en signifikant korrelasjon mellom tidsprestasjon på 100m (100TT) og på 800m (800TT) ved pretest, der de raskeste på 100m, også var de raskeste på 800m (figur 1).



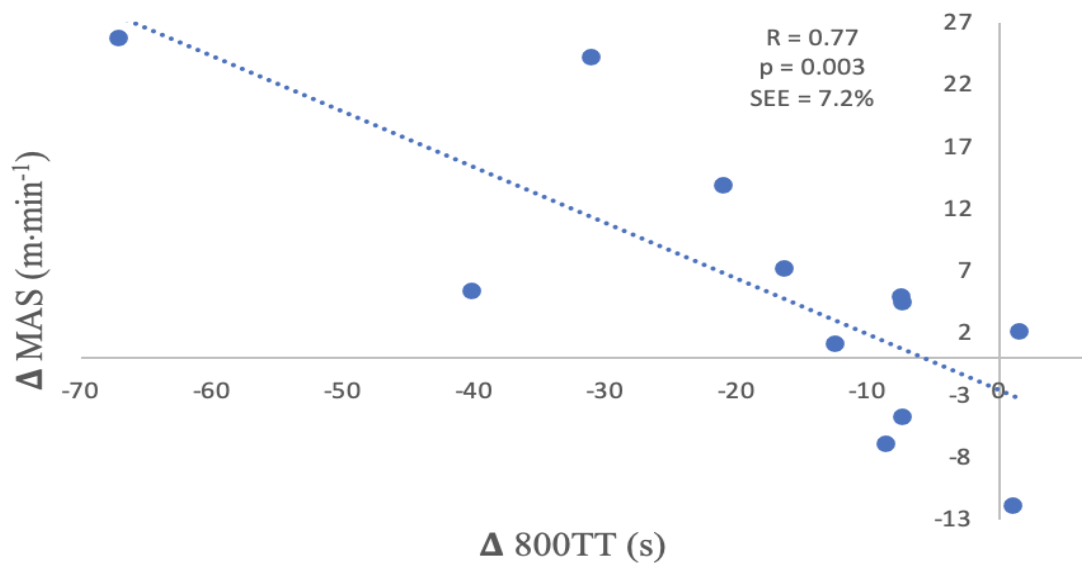
Figur 1. Sammenheng mellom tidsprestasjon på 100m sprint og 800m ved pretest (n=12). Y-aksen viser deltakernes 100m-tid oppgitt i sekunder, mens x-aksen viser deltakernes 800m-tid oppgitt i sekunder.

Det ble funnet en signifikant korrelasjon mellom 1RM i knebøy og tidsprestasjon på 100m ved pretest, der de sterkeste i knebøy viste seg å være de raskeste på 100m (figur 2).



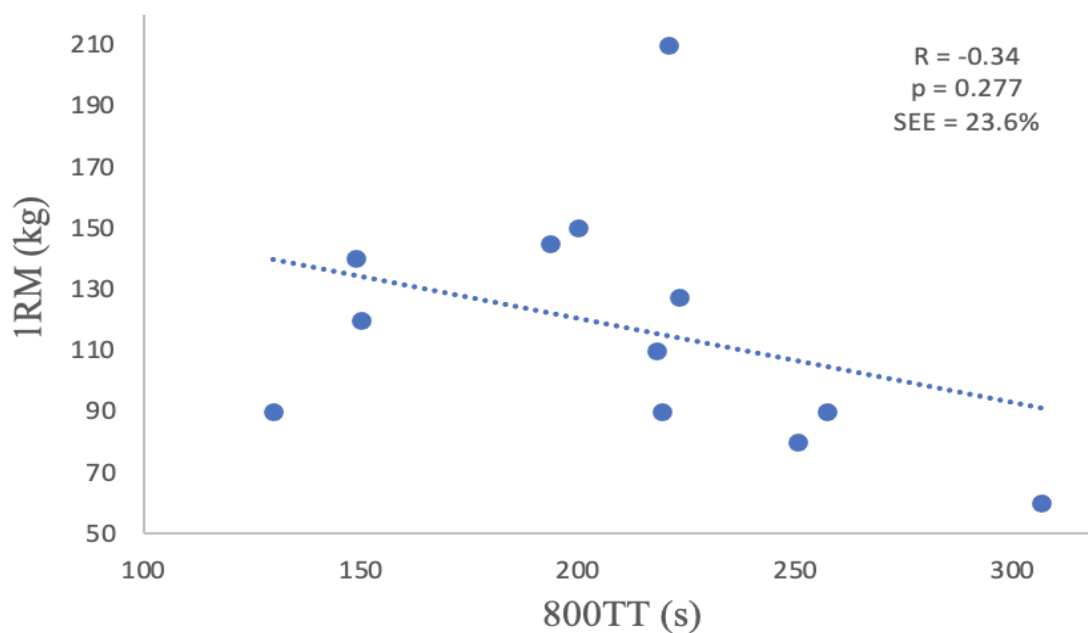
Figur 2. Sammenheng mellom tidsprestasjon på 100m sprint og 1RM i knebøy (n=12). Y-aksen viser deltakernes 100m tid målt i sekunder, mens x-aksen viser deltakernes 1RM i knebøy målt i kilogram.

Det ble funnet en signifikant korrelasjon mellom endring i MAS og endring i 800m tidsprestasjon fra pre til post, hvor de som forbedret MAS mest, også forbedret sin 800m tid mest (figur 3).



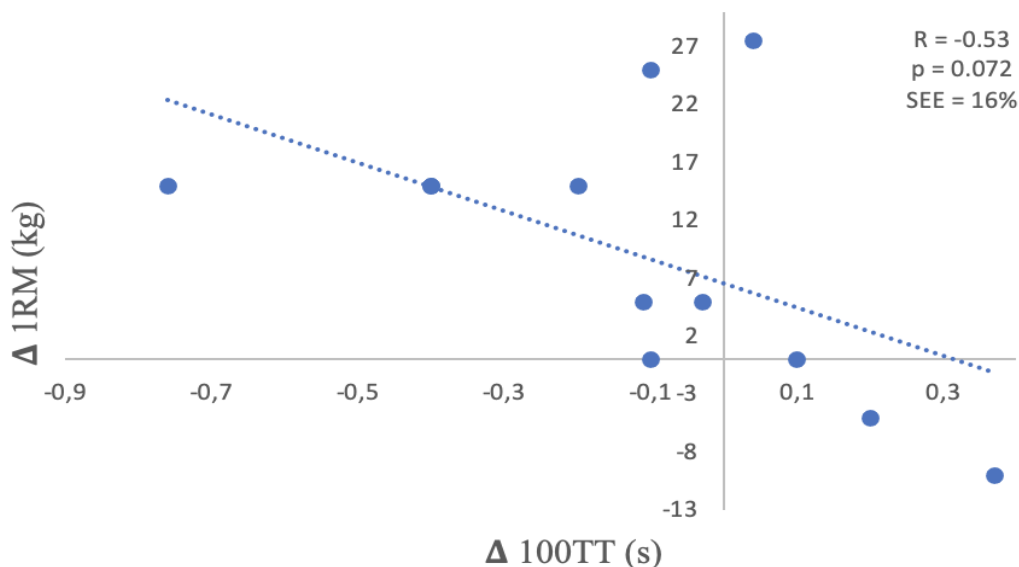
Figur 3. Sammenheng mellom endring i MAS og endring i 800m tidsprestasjon (n=12). Y-aksen viser deltakernes MAS målt i meter per minutt, og x-aksen viser deltakernes 800m tid målt i sekunder.

Det ble ikke funnet noen signifikant korrelasjon mellom 1RM i knebøy og tidsprestasjon på 800m ved pretest (figur 4).



Figur 4. Sammenheng mellom 1RM i knebøy og tidsprestasjon på 800m (n=12). Y-aksen viser deltakernes 1RM i knebøy målt i kilogram, mens x-aksen viser deltakernes 800m-tid uttrykt i sekunder.

Det ble ikke funnet noen signifikant korrelasjon mellom endring i 1RM i knebøy og endring i 100m tid fra pre til post (figur 5).



Figur 5. Sammenheng mellom endring i 1RM i knebøy og endring i 100m sprint (n=12). Y-aksen viser deltakernes endring i 1RM i knebøy fra pre til post, mens x-aksen viser deltakernes endring i 100m tid fra pre til post.

Deltakerne forbedret seg i gjennomsnitt med 8.6% på 800m tidsprestasjon og 7.4% i 1RM i knebøy fra pre til post. Det ble ellers ikke funnet noen signifikante endringer i noen av de andre variablene etter treningsperioden (tabell 2).

Tabell 2. Pre og post resultater, og endring for hele gruppen (n=12)

	Pre	Post	Δ (%)	p Δ
1 RM (kg)	118.0 \pm 40.5	126.7 \pm 41.0	7.4	0.02*
800TT (sek)	209.7 \pm 50.2	191.6 \pm 37	-8.6	0.01**
100TT (sek)	15.1 \pm 2.5	14.9 \pm 2.4	-1.3	0.21
MANS (m·min ⁻¹)	407 \pm 62.1	408 \pm 62	0.24	0.82
MAS (m·min ⁻¹)	225.5 \pm 56.3	231 \pm 50	2.4	0.12
TTU (sek)	113.1 \pm 37.7	119.9 \pm 43.4	6.01	0.20
ASR (m·min ⁻¹)	181.5 \pm 44.4	177.1 \pm 50.5	-2.4	0.19

Data er presentert som gjennomsnitt \pm standard avvik.

*p<0.05 forskjell fra pre til post. **p<0.01 forskjell fra pre til post

Δ , endring fra pre til post. 1RM, en repetisjon maksimum i knebøy. 800TT, tidsprestasjon på 800m. 100TT, tidsprestasjon på 100m. MANS, maksimal anaerob hastighet. MAS, maksimal aerob hastighet. TTU, tid til utmattelse. ASR, anaerob sprintreserve.

Når gruppen ble delt i henholdsvis over eller under gjennomsnittlig økning i 1RM i knebøy, hadde de med størst økning (n=6), signifikant bedre fremgang på 100m tidsprestasjon og dermed MANS, enn gruppen med minst fremgang i 1RM i knebøy (n=6) (tabell 3).

Tabell 3. Endring i prestasjon og fysiologiske variabler hos dem med størst eller minst økning i 1RM knebøy (n=12).

	Størst økning i 1RM (n=6)	Minst økning i 1RM (n=6)	Signifikansnivå (p)
Δ 1RM (kg)	18.8 ± 5.9	-0.8 ± 5.8	< 0.01**
Δ 1RM (%)	18.2 ± 1.9	-1.0 ± 0.1	< 0.01**
Δ 800TT (sek)	-13.9 ± 10.0	-22.3 ± 26.7	0.49
Δ 800TT (%)	-6.4 ± 3.4	-8.7 ± 9.5	0.59
Δ 100TT (sek)	-0.3 ± 0.3	0.1 ± 0.2	0.02*
Δ 100TT (%)	-1.8 ± 1.5	0.5 ± 1.4	0.02*
Δ MANS (m·min ⁻¹)	7.0 ± 5.5	-4.6 ± 11.5	0.02*
Δ MANS (%)	1.9 ± 1.6	-1.4 ± 2.7	0.05*
Δ MAS (m·min ⁻¹)	6.0 ± 11.7	5.0 ± 12.2	0.89
Δ MAS (%)	3.4 ± 6.4	3.3 ± 6.7	0.98
Δ TTU (sek)	13.6 ± 21.6	0.0 ± 9.4	0.19
Δ TTU (%)	10.4 ± 15.9	1.7 ± 8.9	0.27
Δ ASR (m·min ⁻¹)	-0.3 ± 9.2	-9.6 ± 12.1	0.16
Δ ASR (%)	-2.1 ± 8.6	-8.1 ± 9.5	0.28

Data er presentert som gjennomsnitt ± standard avvik og viser endringer fra pre til post test i både absolutte og relative verdier. *p<0.05 forskjell mellom gruppene. **p<0.01 forskjell mellom gruppene.

Δ, endring fra pre til post. 1RM, en repetisjon maksimum i knebøy. 800TT, tidsprestasjon på 800m. 100TT, tidsprestasjon på 100m. MANS, maksimal anaerob hastighet. MAS, maksimal aerob hastighet. TTU, tid til utmattelse. ASR, anaerob sprintreserve.

Korrelasjonstabellen viser endringer fra pre til post i alle testene og om de er signifikante. Endringen i tidsprestasjon på 100m hadde sammenheng med endringer i både MAS og MANS, mens endringen i tidsprestasjon på 800m kun hadde sammenheng med MAS. Endringen i MAS hadde også sammenheng med endringen i ASR (tabell 4).

Tabell 4. Korrelasjonstabell endring fra pre til post

n=12		Δ 1RM	Δ 800TT	Δ 100TT	Δ MANS	Δ MAS	Δ TTU	Δ ASR
Δ 1RM (kg)	r	1	0.09	-0.53	0.52	-0.03	0.27	0.48
	p		0.777	0.072	0.079	0.926	0.397	0.109
Δ 800TT (sek)	r	0.09	1	0.30	-0.34	-0.77**	0.43	0.46
	p	0.777		0.330	0.280	0.003	0.154	0.125
Δ 100TT (sek)	r	-0.53	0.30	1	-0.80**	-0.66*	-0.09	-0.02
	p	0.072	0.330		0.002**	0.018	0.771	0.942
Δ MANS (m·min ⁻¹)	r	0.52	-0.34	-0.80**	1	0.48	0.09	0.40
	p	0.079	0.280	0.002**		0.108	0.760	0.192
Δ MAS (m·min ⁻¹)	r	-0.03	-0.77**	-0.66*	0.48	1	-0.32	-0.58*
	p	0.926	0.003	0.018*	0.108		0.308	0.044
Δ TTU (sek)	r	0.27	0.43	-0.09	0.09	-0.32	1	0.39
	p	0.397	0.154	0.771	0.760	0.308		0.209
Δ ASR (m·min ⁻¹)	r	0.48	0.46	-0.02	0.40	-0.58*	0.39	1
	p	0.109	0.125	0.942	0.192	0.044	0.209	

*viser signifikant endring på signifikans nivå 0,05

**viser signifikant endring på signifikans nivå 0,01

Verdiene er vist som korrelasjons koeffisient (r) og signifikans nivå (p).

Δ , endring fra pre til post. 1RM, en repetisjon maksimum i knebøy. 100TT, 100m tidsprestasjon. 800TT, 800m tidsprestasjon. MANS, maksimal anaerob hastighet. MAS, maksimal aerob hastighet. TTU, tid til utmattelse. ASR, anaerob sprint reserve.

5.0 Diskusjon

Hovedfunnene i denne masteroppgaven var at 1RM i knebøy hadde en signifikant sammenheng med tidsprestasjon på 100m sprint ($r=-0.66$, $p=0.02$) ved pretest. Resultatene viser også at de som hadde størst økning i 1RM i knebøy fra pre til post, hadde større forbedring på 100m sprint enn de med minst økning ($p=0.02$) når gruppen ble delt i over og under gjennomsnittlig fremgang i 1RM knebøy. Imidlertid ble det ikke funnet noen signifikant korrelasjon mellom endring i 1RM i knebøy og endring i tidsprestasjon på 100m fra pre til posttest ($r=-0.53$, $p=0.07$), dette kan eventuelt skyldes en statistisk type II feil siden deltakersnittet er såpass lavt ($n=12$). Det kom imidlertid ikke frem av resultatene at 1RM i knebøy hadde noen direkte betydning for tidsprestasjon på 800m løp ved pretest, endring fra pre til post, eller mellom gruppene.

5.1 1RM i knebøy og 100m tidsprestasjon

1RM i knebøy hadde en signifikant sammenheng med 100m tidsprestasjon ved pretest. Dette funnet støttes av studien til Bret et al (2002), hvor det også ble funnet en signifikant korrelasjon mellom 1RM i knebøy og 100m sprint ($r=0.74$, $p<0.001$). Bret et al (2002), konkluderer også i sin studie at maksimal styrke i knebøy spiller en stor rolle for prestasjon i alle fasene under 100m løpet. Det er også gjort funn i studier med kortere distanser, både Requena et al (2011) og Wisløff et al (2004), viser til korrelasjoner mellom 1RM i knebøy, 30m og 40m sprint. Comfort et al (2012), viste i sin studie at forbedring i sprintegenskaper kom som et resultat av økt kraftproduksjon i strekkapparatet. Dette indikerer dermed viktigheten av maksimal kraftutvikling i strekkapparatet for å kunne sprinte raskt både under akselerasjonsfasen og maksimal hastighetsfasen i 100m sprint.

Gruppen med størst fremgang i 1RM i knebøy etter treningsperioden viste seg å få en gjennomsnittlig nedgang i 100m tid på 0.3 ± 0.3 sekunder, mens gruppen med minst fremgang i 1RM i knebøy fikk en økning i 100m tid på 0.1 ± 0.2 sekunder. Gruppen med størst økning forbedret også sin MANS i gjennomsnitt med $7.0 \pm 5.5 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$, mens gruppen med minst fremgang fikk en gjennomsnittlig nedgang i MANS med $4.6 \pm 11.5 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$. Disse resultatene støttes av Blagrove et al (2018), som i sin studie fant ut at maksimal styrketrening forbedret MANS, samt Støren et al (2021), som også konkluderte i sin studie at maksimal styrketrening kan forbedre MANS. Resultatet gjort i denne masteroppgaven kan forklares ved at de som økte mest i 1RM i knebøy sannsynligvis økte evnen til å produsere større kraft mot underlaget i hvert løpssteg under 100m sprint, og i tillegg opprettholde kraften utover i løpet

uten å redusere hastigheten på stegavviklingen eller stegfrekvensen (Seitz et al., 2014). Deltakerne med størst fremgang i 1RM knebøy hadde dermed muligens størst fremgang i fyringsfrekvens i aktuelle motoriske enheter, samt muligens en forbedret fjærstivhet. Høyere fyringsfrekvens i de aktuelle motoriske enhetene, og forbedret fjærstivhet er en adaptasjon til maksimal styrketrening (Aagaard, 2003; Støren et al., 2008). Disse adaptasjonene vil kunne bidra til en høyere maksimal løpshastighet (Cheetham et al., 1986) ved at deltakerne har muligheten til å få flere potensielle tverrbroer i inngrep samtidig, og raskt, og at den elastiske energien blir utnyttet bedre i hvert løpssteg (Mafiuletti et al., 2016; Cheetham et al., 1986; Saunders et al., 2004). Selv om fyringsfrekvens og fjærstivhet ikke ble målt i dette studiet, så kan det tenkes at en forbedring av disse, som et resultat av den maksimale styrketreningen, bidro til bedre tidsprestasjon for gruppen med størst økning i 1RM knebøy. Ifølge Seitz et al (2014), så vil større fremgang i maksimal styrke bidra til større fremgang i sprint. Dette underbygger dermed viktigheten av å være sterk for å sprinte raskt.

5.2 100m og 800m tidsprestasjon

Det ble funnet en signifikant korrelasjon mellom 100m og 800m tidsprestasjon ved pretest i dette studiet. Dette funnet støttes av data fra friidrett.no (2019), referert i Støren et al., 2021, hvor det ble funnet en moderat korrelasjon mellom 100m sprint og 800m løp hos aktive friidrettsutøvere ($p=0.01$). Dette indikerer dermed at funnet ikke er tilfeldig, og at 100m sprint er av betydning for prestasjon på 800m løp for både mosjonister, og aktive friidrettsutøvere. Sandford et al (2019a), og Bachero-Mena et al (2017), viser til viktigheten av en høy toppfart for å prestere på 800m. Dette støttes også av Støren et al., 2021, som konkluderte med at sprintegenskaper er en bestemmende faktor for å prestere på 800m løp. Dette funnet viser til viktigheten av å ha en høy toppfart for å prestere bra på et 800m løp. En person med høy toppfart vil kunne jobbe på en lavere prosent av sin MANS, og dermed porsjonere ut den anaerobe kapasiteten gjennom 800m løpet (Støren et al., 2021). Dette fører til at personen kan holde ut lenger på den samme supramaksimale prosenten av MAS, samtidig som de mest sannsynlig løper mer økonomisk og avslappet på en lavere prosent av MANS. Dermed vil en høy toppfart bidra til enten høyere gjennomsnittsfart under hele løpet, og dermed føre til raskere tidsprestasjon, eller at man har en større sprintevne igjen til en avsluttende spurt. Dette viser dermed viktigheten av høy ATP reproduksjon både aerobt (MAS) og anaerobt (MANS).

Det ble derimot ikke funnet noen signifikant korrelasjon mellom endring i tidsprestasjon på 100m og endring i tidsprestasjon på 800m. Dette kan muligens skyldes at de deltakerne som

gikk mest frem i tidsprestasjon på 800m, var de samme som hadde størst økning i MAS. Og at de som hadde størst økning i MAS var de samme som hadde minst fremgang på 100m tidsprestasjon og dermed MANS. Imidlertid ble det funnet en signifikant korrelasjon mellom endring i MAS og endring i tidsprestasjon på 100m. Dette resultatet gir mening ettersom de raskeste på 100m også var de raskeste på 800m. Resultatet kan muligens skyldes at deltakerne har fått en forbedret C_r som følge av styrketreningen i treningsperioden, noe som igjen forklarer en forbedret endring av MAS (Støren et al., 2008; Støren et al., 2021). En forbedret MAS vil også kunne bidra til at man kan utnytte MANS bedre fordi MAS utgjør en større del av prestasjonen jo lenger tid man bruker på 800m (Støren et al., 2021). Det paradoksale er dermed at MAS får størst betydning hos de med dårligst MAS, mens MANS får større betydning jo høyere MAS man har fordi man da bruker kortere tid på 800m (Støren et al., 2021). Det var også de som forbedret 100m tiden mest som hadde størst forbedring av MAS, dermed kan sammenhengen mellom en forbedring på 100m og en forbedring på 800m bli kamouflert av en samtidig forbedring av MAS (tabell 5). Dette illustreres godt ved at de som har økt ASR mest, altså den relative differansen mellom MAS og MANS (Støren et al., 2021), ikke er de som har gått mest frem på 100m, men derimot mest tilbake i MAS (tabell 5).

5.3 1RM i knebøy og 800m tidsprestasjon

Det ble ikke funnet noen signifikant korrelasjon ved pretest mellom 1RM i knebøy og tidsprestasjon på 800m i dette utvalget. Det ble heller ikke funnet noen signifikant korrelasjon mellom endring i 1RM knebøy og endring i tidsprestasjon på 800m etter treningsperioden. Gruppen med størst økning i 1RM i knebøy hadde en gjennomsnittlig nedgang på 13.9 ± 10.0 sekunder, mens gruppen med minst fremgang hadde en nedgang på 22.3 ± 26.7 sekunder på 800m distansen. En mulig årsak til dette resultatet kan være at de med høyest MAS i dette utvalget, ikke nødvendigvis var de sterkeste i 1RM i knebøy. I tillegg kan sannsynligvis det lave deltakerantallet ($n=12$) gjøre materialet i denne studien sårbart mot type 2 feil. Det er dermed mulig å anta at 1RM i knebøy likevel har en viss betydning for prestasjon på 800m da resultatene viser at de sterkeste i 1RM i knebøy var de raskeste på 100m sprint, og de raskeste på 100m sprint var også raskest på 800m. Det er mulig at det ville blitt funnet en signifikant korrelasjon om deltakerantallet var større.

Maksimal styrketrening i form av knebøy er i flere tilfeller vist å forbedre både C_r , tid til utmattelse og maksimal sprinthastighet hos løpere (Støren et al., 2008; Blagrove et al., 2018; Hoff et al., 2002a; Hickson et al., 1980). Et økt tverrsnitt i strekkapparatet vil føre til

potensielt flere tverrbroer i inngrep, som igjen fører til at man kan produsere mer kraft, og øke potensialet for en høyere MANS. Dette vil igjen bidra til en raskere løpstid på 800m (Sand et al., 2014, s. 348; Folland & Williams, 2007; Støren et al., 2021). Det vil derimot være hensiktsmessig for en mellomdistanseløper å trene for å utnytte muskeltverrsnittet best mulig, uten for mye hypertrofi, da for mye muskelmasse kan bidra til å begrense utholdenhetskapasiteten under løpet, siden mer vekt må transporteres i den vektbærende aktiviteten løp (Aagaard & Andersen, 2010). Det er da vist seg å være mest fordelaktig for en mellomdistanseløper å kombinere maksimal styrketrening med utholdenhets trening for å både forbedre styrke, og utholdenhetssegenskaper, uten å oppnå for mye hypertrofi i muskelfiberne, eller i det anatomiske muskeltverrsnittet (Aagaard & Andersen, 2010; Losnegard et al., 2011).

Hickson et al (1980), fant i sin studie at tid til utmattelse økte etter et 10 ukers maksimal styrketreningsprogram med knebøy og kneekstensjon, uavhengig av endringer i VO_{2maks} , og det kan da spekuleres i om dette skyldes en bedre C_r . Flere ulike studier rapporterer om forbedret C_r etter en periode med maksimal styrketrening hvor knebøy er en av hovedøvelsene (Støren et al., 2008; Millet et al., 2002; Johnston et al., 1997). Aagaard & Andersen (2010), fant også resultater som viser at maksimal styrketrening kan bidra til forbedret utholdenhetskapasitet både på korte og lengere distanser, mens Bachero-Mena et al (2017), fant en signifikant korrelasjon mellom styrke i knebøy og prestasjon på 800m. Dette indikerer dermed at det vil være en fordel å være sterk i knebøy for å prestere bedre på 800m da maksimal styrketrening både kan øke sprintkapasiteten og også påvirke MAS gjennom å forbedre C_r .

1RM i knebøy og MAS

Trening som øker 1RM har vist seg å øke MAS, og dette er på grunn av forbedret C_r som følge av styrketreningen (Støren et al., 2008; Støren et al., 2021). På den andre siden vil ikke maksimal styrke påvirke det som skiller mest i MAS i dette utvalget, nemlig VO_{2maks} . Ifølge Taipale et al (2013), så viste det seg at VO_{2maks} ikke endret seg signifikant for langdistanseløpere etter et 8 ukers styrketreningsprogram. Millet et al (2002) og Johnston et al (1997) fant heller ikke noen signifikante endringer i VO_{2maks} etter et henholdsvis 14 uker og 12 ukers treningsprogram med maksimal styrketrening for utholdenhetsutøvere. Støren et al (2008), viser også til uendret VO_{2maks} etter et 8 ukers treningsprogram. Det ble derimot funnet

resultater i disse studiene som viste signifikante forbedringer i både 1RM i knebøy og C_r . Støren et al (2008), rapporterte også om forbedret tid til utmattelse på MAS ved pre-test.

Siden MAS er et produkt av VO_{2maks} og C_r , så kan det dermed tenkes at utøverne i de andre studiene (Taipale et al., 2013; Millet et al., 2002; Johnston et al., 1997) har forbedret sin MAS ved å forbedre C_r . Ifølge Hoff & Helgerud (2004), så forbedres C_r ved nevralt adaptasjoner og endringer i rekrutteringsmønstrene i de motoriske enhetene. Endringen i rekrutteringsmønsteret vil si at musklene kan rekruttere færre, men kraftigere motoriske enheter på en gitt hastighet, som resulterer i lenger tid til utmattelse (Hoff et al., 2002b; Støren et al., 2008). Den maksimale styrketreningen kan dermed ha bidratt til at musklene har en mer optimal aktivering av muskelfiberne og tilhørende motoriske enheter, som resulterer i en bedre C_r , og dermed en forbedret MAS (Hoff et al., 2002b). Ser man imidlertid bak disse resultatene, så skyldes forbedringen av MAS først og fremst en forbedring av VO_{2maks} (ikke presentert i denne studien), dermed syntes det ikke som om at økningen i 1RM i knebøy har påvirket C_r i særlig grad i dette utvalget.

6.0 Styrker og svakheter

Styrkene ved denne masteroppgaven er at det er benyttet et godt og velkjent design i form av at det blir gjennomført både pre- og posttester på lab og på friidrettsbane. Testprotokollene i laboratoriet er velprøvde og tidligere publisert i blant annet Støren et al (2008); Støren et al (2021); Støa et al (2020) og Sunde et al (2010). Målingene av VO_{2maks} , C_r og 1RM har vist seg å ha god reliabilitet med tidligere test-retest variasjoner på under 1% ved det aktuelle laboratoriet.

Svakheter ved testene benyttet i denne masteroppgaven kan muligens i størst grad være relatert til de utendørs testene. Vær og vind kan ha en innvirkning på testene, selv om kriteriene for godkjente tester presentert i metodedelen av denne oppgaven ble fulgt. Ved prestasjonstester kan man dessuten aldri sikre seg helt mot eventuelle variasjoner i motivasjon og evne til å presse seg. Imidlertid var det ingen indikasjoner på at ikke alle inkluderte deltakere gjorde sitt beste på prestasjonstestene.

Den største svakheten ved denne oppgaven er sannsynligvis det lave deltakerantallet ($n=12$), noe som gjør materialet sårbart for statistiske type 2 feil. Dette betyr at potensielle funn blir til ikke-funn på grunn av det lave deltakerantallet.

7.0 Praktiske implikasjoner

Det viser seg ut ifra resultatene at å være sterk i knebøy vil ha en betydning for prestasjon på 100m sprint, og det kan tenkes at det dermed indirekte vil ha betydning for MANS-delen av 800m også, selv om det ikke ble funnet noen signifikant sammenheng mellom 1RM knebøy og 800m eller endring i 1RM knebøy og endring i 800m i dette utvalget. Men på grunn av den indirekte bedringen av potensialet for å løpe fort på 800m via en økning i MANS, kan det være hensiktsmessig å trene maksimal styrketrening også for mellomdistanseløpere. Det er vist i en rekke studier at å trene maksimal styrke (tre til fem sett med tre til fem repetisjoner på 80-95% av 1RM, og med maksimal mobilisering i konsentrisk fase) to til fem ganger i uken vil bidra til økning i maksimal styrke (Raastad et al., 2010, s. 129; Campos et al., 2002; Støren et al., 2008; Sunde et al., 2010; Heggelund et al., 2013). Sprintere og mellomdistanseløpere bør dermed inkludere maksimal styrketrening i deres treningshverdag for å potensielt forbedre tidsprestasjon på deres distanse mest mulig.

8.0 Konklusjon

1RM i knebøy var av betydning for tidsprestasjon på 100m sprint ved at de sterkeste deltakerne i 1RM i knebøy viste seg å være de raskeste på 100m sprint. 1RM i knebøy hadde derimot ingen statistisk signifikant betydning for 800m tidsprestasjon. Deltakerne som forbedret sin 1RM i knebøy mest, hadde større fremgang på 100m sprint enn de som forbedret 1RM i knebøy minst. Det ble ikke funnet noen signifikant sammenheng mellom forbedring av 1RM i knebøy og forbedring på 800m tidsprestasjon.

9.0 Litteraturliste

- Aagaard, P. (2003). Training-induced changes in neural function. *Exercise and sport sciences reviews*, 31(2), 61-67.
- Aagaard, P., & Andersen, J. L. (2010). Effects of strength training on endurance capacity in top-level endurance athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20, 39-47.
- 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.
- Adams, K., O'Shea, J. P., O'Shea, K. L., & Climstein, M. (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *Journal of applied sport science research*, 6(1), 36-41.
- Balagopal, P., Ljungqvist, O., & Nair, K. S. (1997). Skeletal muscle myosin heavy chain synthesis rate in healthy humans. *American Journal of Physiology Endocrinology And Metabolism*, 272(1), E45-E50.
- Bachero-Mena, B., Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, J. J. (2017). Relationships between sprint, jumping and strength abilities, and 800 m performance in male athletes of national and international levels. *Journal of human kinetics*, 58(1), 187-195.
- Barany, M. (1967). ATPase activity of myosin correlated with speed of muscle shortening. *The Journal of general physiology*, 50(6), 197-218
- Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(1), 70-84.
- Bellenger, C. R., Fuller, J. T., Nelson, M. J., Hartland, M., Buckley, J. D., & DeBenedictis, T. A. (2015). Predicting maximal aerobic speed through set distance time-trials. *European journal of applied physiology*, 115(12), 2593-2598.
- Blagrove, R. C., Howatson, G., & Hayes, P. R. (2018). Effects of strength training on the physiological determinants of middle-and long-distance running performance: a systematic review. *Sports Medicine*, 48, 1117-1149.

- Bret, C., Rahmani, A., Dufour, A. B., Messonnier, L., & Lacour, J. R. (2002). Leg strength and stiffness as ability factors in 100 m sprint running. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 42(3), 274.
- Brughelli, M., & Cronin, J. (2008). A review of research on the mechanical stiffness in running and jumping: methodology and implications. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 18(4), 417-426.
- Campos, G. E., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., & Staron, R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *European journal of applied physiology*, 88, 50-60.
- Cheetham, M. E., Boobis, L. H., Brooks, S., & Williams, C. (1986). Human muscle metabolism during sprint running. *Journal of applied physiology*, 61(1), 54-60.
- Comfort, P., & Kasim, P. (2007). Optimizing squat technique. *Strength and Conditioning Journal*, 29(6), 10.
- Comfort, P., Haigh, A., & Matthews, M. J. (2012). Are changes in maximal squat strength during preseason training reflected in changes in sprint performance in rugby league players?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(3), 772-776.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power. *Sports medicine*, 41(1), 17-38.
- Colyer, S. L., Nagahara, R., & Salo, A. I. (2018). Kinetic demands of sprinting shift across the acceleration phase: Novel analysis of entire force waveforms. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(7), 1784-1792.
- Cronin, J., & Hansen, K. T. (2006). Resisted sprint training for the acceleration phase of sprinting. *Strength & Conditioning Journal*, 28(4), 42-51.
- Delecluse, C. (1997). Influence of strength training on sprint running performance. *Sports medicine*, 24(3), 147-156.
- DiMenna, F. J., & Jones, A. M. (2016). Developing endurance for sports performance. In *Strength and Conditioning for Sports Performance* (pp. 414-428). Routledge.
- Duffield, R., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Energy system contribution to 400 metre and 800-metre track running. *Journal of sports sciences*, 23(3), 299-307.

- Enoka, R. (1995). Morphological features and activation patterns of motor units. *J Clin Neurophysiol*, 538-559.
- Farley, C. T., & Gonzalez, O. (1996). Leg stiffness and stride frequency in human running. *Journal of biomechanics*, 29(2), 181-186.
- Folland, J., & Williams, A. (2007). The adaptations to strength training: Morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Med*, 145-168.
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports medicine*, 31(10), 725-741.
- Gjerset, A., Nilsson, J., Wulf Helge, J., & Enoksen, E. (2015). *Idrettens treningslære*. Gyldendal Norsk Forlag A/S.
- Gilroy, A. M., MacPherson, B. R., Ross, L. M., Broman, J., & Josephson, A. (Eds.). (2008). *Atlas of anatomy* (pp. 356-450). Stuttgart: Thieme.
- Giuliadori, M. J., Lujan, H. L., Briggs, W. S., Palani, G., & DiCarlo, S. E. (2009). Hooke's law: applications of a recurring principle. *Advances in physiology education*, 33(4), 293-296.
- Gundlach, H. (1963). Running speed and stride formation in 100-m run. *Theorie und Praxis der Körperkultur* 12:346–359.
- Haugen, T., McGhie, D., & Ettema, G. (2019). Sprint running: from fundamental mechanics to practice—a review. *European journal of applied physiology*, 119(6), 1273-1287.
- Haugland, O. A., & Mathisen, G. (2003). *Biomekanikk i teori og praksis: fra grunnleggende teori til bevegelsestudier ved hjelp av moderne datateknologi*. Eureka Forlag, Høgskolen i Tromsø.
- Heggelund, J., Fimland, M. S., Helgerud, J., & Hoff, J. (2013). Maximal strength training improves work economy, rate of force development and maximal strength more than conventional strength training. *European journal of applied physiology*, 113(6), 1565-1573.
- Heise, G. D., & Martin, P. E. (1998). " Leg spring" characteristics and the aerobic demand of running. *Medicine and science in sports and exercise*, 30(5), 750-754.
- 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, 155-161.

- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., ... & Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve $\dot{V}O_2\text{max}$ more than moderate training. *Medicine & science in sports & exercise*, 39(4), 665-671.
- Helgerud, J., Støren, Ø., & Hoff, J. (2010). Are there differences in running economy at different velocities for well-trained distance runners? *European journal of applied physiology*, 108(6), 1099-1105.
- Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O. J., & Hoff, J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *International journal of sports medicine*, 32(09), 677-682.
- Hernández-Davó, J. L., & Sabido, R. (2014). Rate of force development: reliability, improvements and influence on performance. A review. *European Journal of Human Movement*, 33, 46-69.
- Hickson, R. C., Rosenkoetter, M. A., & Brown, M. M. (1980). Strength training effects on aerobic power and short-term endurance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12(5), 336-339.
- Hobar, H., Kimura, K., Omuro, K., Gomi, K., Muraoka, T., Iso, S., & Kanosue, K. (2008). Determinants of difference in leg stiffness between endurance- and power-trained athletes. *Journal of biomechanics*, 41(3), 506-514.
- Hoff, J. (2001). Maximal strength training enhances running economy and aerobic endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(5), S270.
- Hoff, J., Gran, A., & Helgerud, J. (2002a). Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 12(5), 288-295.
- Hoff, J., Helgerud, J., & Wisloff, U. (2002b). Endurance Training Into the Next Millennium; Muscular Strength Training Effects on Aerobic Endurance Performance: A Review. *American Journal of Medicine and Sports*, 4, 58-67.
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports medicine*, 34, 165-180.
- Houk, J. (1974). Feedback control of muscle: a synthesis of the peripheral mechanisms. *Medical physiology*, 1, 668-677.
- IAAF. (u.d). *World Athletics*. Hentet fra: <https://worldathletics.org/news/news/20years-approaches-for-the-oldest-record-on?urlslug=20-years-approaches-for-the-oldest-record-on>

- IAAF. (u.d). *World Athletics*. Hentet fra:
<https://worldathletics.org/athletes/kenya/david-rudisha-14209691>
- Johnston R. Quinn T., Kertzer R. and Vroman N. (1997). Strength Training in Female Distance Runners. Impact on Running Economy. *J. Strength Cond. Res.*, 11(4), 224-229.
- Kadono, H., Enomoto, Y., & Ae, M. (2007). Change in the energetics of middledistance runners during race. *Journal of Biomechanics*, 40(2), S749.
- Komi, P. V. (2003). Stretch-shortening cycle. *Strength and power in sport*, 3, 184-202.
- Kongsgaard, M., Reitelsheder, S., Pedersen, T. G., Holm, L., Aagaard, P., Kjær, M., & Magnusson, S. P. (2007). Region specific patellar tendon hypertrophy in humans following resistance training. *Acta physiologica*, 191(2), 111-121.
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine & science in sports & exercise*, 36(4), 674-688.
- Kubo, K., Yata, H., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2006). Effects of isometric squat training on the tendon stiffness and jump performance. *European journal of applied physiology*, 96, 305-314.
- Kunz, H., & Kaufmann, D. A. (1981). Biomechanical analysis of sprinting: decathletes versus champions. *British journal of sports medicine*, 15(3), 177-181.
- Losnegard, T., Mikkelsen, K., Rønnestad, BR., Hallén, J., Rud, B., Raastad, T. (2011) The effect of heavy strength training on muscle mass and physical performance in elite cross country skiers. *Scand J Med Sci Sports* 21:389–401
- Maffiuletti, N., Aagaard, P., Blazevich, A., Folland, J., Tillin, N., & Duchateau, J. (2016). Rate of force development: physiological and methodological considerations. *Eur J Appl Physiol*, 1091-1116.
- Mann, R., Herman, J., Johnson, B., Schultz, C., & Kotmel, J. (1983). The elite athlete project: Sprints and hurdles. *Track Tech*, 84, 2672-2675.
- McArdle, W., Katch, F., & Katch, V. (2015). *Exercise Physiology. Nutrition, energy, and human performance*. Baltimore: Wolters Kluwer Health.
- McBride, J. M., Deane, R., & Nimphius, S. (2007). Effect of stretching on agonist antagonist muscle activity and muscle force output during single and multiple joint isometric contractions. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(1), 54-60.

- McBride, J. M., Blow, D., Kirby, T. J., Haines, T. L., Dayne, A. M., & Triplett, N. T. (2009). Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1633-1636.
- McGinnis, P. M. (2013). *Biomechanics of sport and exercise*. Human Kinetics.
- McGinnis, P. M. (1999). *Biomechanics of Sport and Exercise Human Kinetics*. Champaign, IL.
- McMahan, J. J., Comfort, P., & Pearson, S. (2012). Lower limb stiffness: Effect on performance and training considerations. *Strength & Conditioning Journal*, 34(6), 94-101.
- Medbø, J. I., & Tabata, I. (1989). Relative importance of aerobic and anaerobic energy release during short-lasting exhausting bicycle exercise. *Journal of Applied Physiology*, 67(5), 1881-1886.
- Mero, A., Komi, P. V., & Gregor, R. J. (1992). Biomechanics of sprint running. *Sports medicine*, 13(6), 376-392.
- Millet, G. P., Jaouen, B., Borrani, F., & Candau, R. (2002). Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and VO₂ kinetics. *Medicine & Science in sports & exercise*, 34(8), 1351-1359.
- Morgan, D. W., Martin, P. E., & Krahenbuhl, G. S. (1989). Factors affecting running economy. *Sports Med*, 7(5), 310-330.
- Nicol, C., Avela, J., & Komi, P. V. (2006). The stretch-shortening cycle. *Sports medicine*, 36(11), 977-999.
- Nytrø, A., Enoksen, E., & Hetland, S. (1988). *Friidrettsteknikk*. Universitetsforlaget.
- Raastad, T., Paulsen, G., Refsnes, P. E., Rønnestand, B. R., & Wisnes, A. R. (2010). *Styrketrening i teori og praksis*. Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Reeves, N. D. (2006). Adaptation of the tendon to mechanical usage. *Journal of musculoskeletal and neuronal interactions*, 6(2), 174-180.
- Rodríguez-Rosell, D., Pareja-Blanco, F., Aagaard, P., & González-Badillo, J. J. (2018). Physiological and methodological aspects of rate of force development assessment in human skeletal muscle. *Clinical physiology and functional imaging*, 38(5), 743-762.
- Ross, A., Leveritt, M., & Riek, S. (2001). Neural influences on sprint running: training adaptations and acute responses. *Sports medicine*, 31, 409-425.

- Sale, D. G. (2003). Neural adaptation to strength training. *Strength and power in sport*, 281-314.
- Sale, D. G. (1987). Influence of exercise and training on motor unit activation. *Exercise and sport sciences reviews*, 15, 95-151.
- Sand, O., Sjaastad, Ø, V., Haug, E., & Toverud, K, C. (2014). *Menneskets fysiologi* (2.utg). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Sandford, G. N., Allen, S. V., Kilding, A. E., Ross, A., & Laursen, P. B. (2019a). Anaerobic speed reserve: a key component of elite male 800-m running. *International journal of sports physiology and performance*, 14(4), 501-508.
- Sandford, G. N., Kilding, A. E., Ross, A., & Laursen, P. B. (2019b). Maximal sprint speed and the anaerobic speed reserve domain: the untapped tools that differentiate the world's best male 800 m runners. *Sports Medicine*, 49(6), 843-852.
- Saunders, P. U., Pyne, D. B., Telford, R. D., & Hawley, J. A. (2004). Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports medicine*, 34(7), 465-485.
- Seitz, L. B., Reyes, A., Tran, T. T., de Villarreal, E. S., & Haff, G. G. (2014). Increases in lower-body strength transfer positively to sprint performance: a systematic review with meta-analysis. *Sports medicine*, 44, 1693-1702.
- Spencer, M. R., & Gatin, P. B. (2001). Energy system contribution during 200-to 1500-m running in highly trained athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(1), 157-162.
- Støa, E. M., Meling, S., Nyhus, L. K., Strømstad, G., Mangerud, K. M., Helgerud, J. & Støren, Ø. (2017). High-intensity aerobic interval training improves aerobic fitness and HbA1c among persons diagnosed with type 2 diabetes. *European journal of applied physiology*, 117(3), 455-467.
- Støa, E. M., Helgerud, J., Rønnestad, B. R., Hansen, J., Ellefsen, S., & Støren, Ø. (2020). Factors influencing running velocity at lactate threshold in male and female runners at different levels of performance. *Frontiers in physiology*, 11, 585267.
- Sunde, A., Støren, Ø., Bjerkaas, M., Larsen, M. H., Hoff, J., & Helgerud, J. (2010). Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2157-2165.

- Støren, Ø., Helgerud, J. A. N., Støa, E. M., & Hoff, J. A. N. (2008). Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(6), 1087-1092.
- Støren, Ø., Helgerud, J., Johansen, J. M., Gjerløw, L. E., Aamlid, A., & Støa, E. M. (2021). Aerobic and anaerobic speed predicts 800-m running performance in young recreational runners. *Frontiers in Physiology*, 12, 602.
- Taipale, R. S., 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.
- Thompson, M. A. (2017). Physiological and biomechanical mechanisms of distance specific human running performance. *Integrative and comparative biology*, 57(2), 293-300.
- Voigt, M. (1995). Bojsen-Moller F, Simonsen EB, and Dyhre-Poulsen P. *The influence of tendon Young's modulus, dimensions and instantaneous moment arms on the efficiency of human movement. J Biomech*, 28, 281-291.
- Wilson, J. M., Loenneke, J. P., Jo, E., Wilson, G. J., Zourdos, M. C., & Kim, J. S. (2012). The effects of endurance, strength, and power training on muscle fiber type shifting. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(6), 1724-1729.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British journal of sports medicine*, 38(3), 285-288.
- Yu, J., Sun, Y., Yang, C., Wang, D., Yin, K., Herzog, W., & Liu, Y. (2016). Biomechanical insights into differences between the mid-acceleration and maximum velocity phases of sprinting. *Journal of strength and conditioning research*, 30(7), 1906-1916.

9.1 Vedlegg

Vedlegg 1



Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjekt.

Bakgrunn og hensikt

Studiet innebærer å utprøve en formel for prestasjon på 800m løping gjennom fysiske tester på idrettsfysiologisk testlaboratorium og konkurranseresultater på 800m og 100m. Hensikten med studiet er å utvikle et nyttig treningsverktøy for utøvere og trenere innenfor mellom- og langdistanseløp.

Det er Universitetet i Sørøst Norge (USN), avdeling Bø i Telemark, som er ansvarlig for gjennomføringen av studiet.

Resultatene av studien vil bli søkt publisert i et internasjonalt tidsskrift. I tillegg har prosjektet tilknyttet bachelor- og masterstudenter ved USN som kan benytte resultatene i sine bachelor- og masteroppgaver.

Metode

Resultater fra fysiske tester blant mellomdistanseløpere benyttes til å kartlegge effekten av anaerob sprintreserve (ASR) knyttet opp mot et 800m mellomdistanseløp.

Vi ønsker å kartlegge hvilken effekt *anaerob sprintreserve* (ASR) har på en 800m sprint. For å kartlegge en slik effekt må vi rekruttere en gruppe med løpere som kan delta i henholdsvis en treningsintervensjon som har som mål å vedlikeholde MAS og øke ASR, samt en kontrollintervensjon (kontrollgruppe) som kun skal vedlikeholde MAS og ASR.

Målet med treningsintervensjonen er å øke den maksimale anaerobe hastigheten (MANS).

Selve treningsprogrammet består av tre forskjellige typer økter. Sprint, spenst og maksimal styrke. Øktene vil i hovedsak bestå av henholdsvis kortere sprinter, ulike versjoner av spensthopp og tunge knebøy. Hver av disse øktene utføres en gang hver uke. Intervensjonen består av totalt 18 økter, fordelt over 6 uker (3ggr pr. uke).

Alle testene gjennomføres to ganger, ved pretest og posttest. Deltakerne skal testes i arbeidsøkonomi (C_r) og maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}), 1RM i knebøy, tidsprestasjon på 100m sprint og 800m løp, samt tid på 130% av MAS.

Testing av C_r , VO_{2maks} og 1RM i knebøy utføres først og på samme dag i både pretesten og posttesten på idrettsfysiologisk testlaboratorium ved Universitetet i Sørøst-Norge avd. Bø. 100m og 800m test gjennomføres på egen dag på friidrettsbane ved Kjølnes friidrettsbane i Porsgrunn, eller ved friidrettsbanen ved USN i Bø. Tid på 130% av MAS gjennomføres også på en egen dag på friidrettsbane etter testing av arbeidsøkonomi og VO_{2maks} .

Arbeidsøkonomi

Etter ca. 10 min oppvarming måles oksygenopptak i 5 min på moderat intensitet. Testen oppleves ikke som særlig anstrengende.

Maksimalt oksygenopptak

En anstrengende men kortvarig test på mølle som varer maksimalt 10 min og hvor kun de to-tre siste minuttene av testen er anstrengende. Testen starter med moderat belastning, deretter økes hastigheten gradvis. Teststans er det vi kaller for frivillig utmattelse. Det vil si at deltakeren avslutter når han ikke orker mer. Man kan når som helst avbryte testen ved ubehag utover det som kjennes normalt.

1RM i knebøy

Deltakerne testes i maksimal styrke i knebøy. Testen gjennomføres i smith-maskin med spottere når det blir nødvendig. Testingen starter på 50% av 1RM og deltakerne jobber seg oppover derifra. Når deltakeren ikke klarer en repetisjon til så blir den belastningen hvor deltakeren sist fikk en godkjent repetisjon satt som 1RM.

100m sprinttest

Testen gjennomføres på friidrettsbane på tid. Testen brukes som et mål på toppfart (maksimal anaerob hastighet – MANS). Testen starter ved at en testveileder benytter startpistol.

800m løpstest

Testen gjennomføres på friidrettsbane på tid, ca. 15 minutter etter gjennomført 100m test.

Tid på 130% av MAS

Testen gjennomføres på friidrettsbane, og deltaker løper så lenge deltaker orker på denne hastigheten. Farten styres av en syklist, og testen avsluttes når deltaker ikke lenger orker å holde følge med sykkelen.

Mulige fordeler og ulemper

Deltakerne vil få oppgitt sine personlige testresultater, som kan være et verdifullt verktøy i deres treningsarbeid. Vi vil også tilby en re-test ved en senere anledning om dette er ønskelig. Disse nye testresultatene vil da ikke bli benyttet i studien. En ulempe er at testene kan oppleves som fysisk krevende, og at skader under testing eller treningsperiode ikke kan utelukkes.

Behandling av data

Informasjonen som registreres om deltakerne skal kun brukes slik som beskrevet i hensikten med studien. Alle opplysningene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjennende opplysninger. En kode (ID nummer) knytter deltakerne til sine opplysninger og resultater. Dette betyr at opplysningene er aidentifisert. Det er kun personell knyttet til prosjektet som har adgang til kobling mellom ID og navneliste. Det vil ikke være mulig å identifisere deltakerne i resultatene av studien når disse publiseres.

Frivillig deltakelse

Det er frivillig å delta i studien. Deltakerne kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke sitt samtykke til å delta i studien.

Rett til innsyn og sletting av opplysninger

Deltakerne har rett til å få innsyn i personlige data som registreres. Deltakerne har videre rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene vi har registrert. Dersom deltakere trekker seg fra studien, kan de kreve å få slettet innsamlede prøver og opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner.

Ansvarlige for prosjektet:

Førsteamanuensis Eva Maria Støa (prosjektleder), tlf 41632015, e-mail: eva.m.stoa@usn.no

Førsteamanuensis Øyvind Støren, tlf 96045270, e-mail: oyvind.storen@usn.no

Kontaktpersoner:

Universitetslektor Lars Erik Gjerløw, tlf: 35952865, e-mail: lars.e.gjerlow@usn.no

Masterstudent Malin Ivarsson Jørgensen, tlf: 97684881, e-mail: malin-ij@hotmail.com

Jeg er villig til å delta i prosjektet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om studien

(Signert, rolle i studien, dato)

