

BACHELOROPPGÅVE

Kraftutvikling hos sportsklatrerar **– utvikling av ny styrketest og måling av fysiske** **eigenskapar hos sportsklatrerar**

av
201 Jarle Kalland

B3 Friluftsliv

ID3-322

Desember 2015



Avtale om elektronisk publisering i Høgskulen i Sogn og Fjordane sitt institusjonelle arkiv (Brage)

Eg gir med dette Høgskulen i Sogn og Fjordane løyve til å publisere oppgåva **(Kraftutvikling hos sportsklatrarar – utvikling av ny styrketest og måling av fysiske eigenskapar hos sportsklatrarar)** i Brage dersom karakteren A eller B er oppnådd.

Eg garanterer at eg har opphav til oppgåva, saman med eventuelle medforfattarar. Opphavsrettsleg beskytta materiale er nytta med skriftleg løyve.

Eg garanterer at oppgåva ikkje inneheld materiale som kan stride mot gjeldande norsk rett.

Ved gruppeinnlevering må alle i gruppa samtykke i avtalen.

Fyll inn kandidatnummer og namn og set kryss:

201 Jarle Kalland

JA X NEI__

Forord

Denne oppgåva vart skriva i samband med bachelorprogrammet i friluftsliv ved Høgskulen i Sogn og Fjordane, avdeling for lærarutdanning og idrett, Sogndal. Studien vart gjennomført hausten 2015.

Eg vil rette ei stor takk til alle som stilte opp som forsøkspersonar. Utan dykk hadde det ikkje vorte nokon studie. Stor takk til Vegard Vereide for god rettleiing og gode fagdiskusjonar. Takk til Høgskulen i Sogn og Fjordane for lån av rom og utstyr til gjennomføring av testar. Takk til Vidar Andersen og Atle Hole Sæterbakken for opplæring i testutstyr og gode råd på vegen. Takk til Camilla Movik Laukeland, Klinisk ernæringsfysiolog i Helse Førde, for gode råd og velvilje i samband med lån av vekt for måling av kroppssamansetning. Takk til Jiří Baláš for gode råd og inspirasjon. Takk til bibliotekarane ved HiSF for råd og hjelp til litteratursøk. Og til slutt, takk til Idrettssenteret for fleksibel arbeidstid som har gjort dette mogleg å gjennomføre.

Jarle Kalland

Høgskulen i Sogn og Fjordane
Avdeling for Lærarutdanning og Idrett
Bachelor Friluftsliv
Sogndal, 2015

Samandrag

Hensikta med denne studien var å utvikle ein enkel, reliabel og valid styrketest som kan inngå i eit testbatteri for aktive sportsklatrarar. Det var også eit mål å sjå på samanhengen mellom muskelstyrke, muskeltverrsnitt og klatrenivå. Kraftcelle vart brukt for måling av muskelstyrke, og ultralyd vart brukt for å måle muskeltverrsnitt av fingerfleksorane. Det vart også samla inn data om hengetid på list og kroppssamansetning.

Metode

20 mannlege forsøkspersonar med klatrenivå på norsk klatregrad 5 til 9-/9 (red point) deltok i denne tverrsnittsundersøkinga. Maksimal kraftutvikling i armar og fingrar vart målt med kraftcelle festa til golvet og til hoftebelte på forsøksperson (FP). FP hang på 23 mm djup trelist med 90° i albogen, og festa til kraftcella med statisk stropp. Det vart henta ut tre ulike målingar; Rate of Force Development (RFD), Peak Force (PF) og maksimal isometrisk kraft (isoF). Gripestyrke vart målt med handdynamometer og muskeltverrsnittet vart målt med ultralyd. Fingerheng vart gjennomført på same 23 mm trelist som maksimalstyrketesten.

Resultat

Det var signifikant korrelasjon til klatrenivå i målingane av relativ PF ($r = 0,77$), relativ isoF ($r = 0,73$) og RFD ($r = 0,61$). Relativ gripestyrke gav ikkje signifikant korrelasjon ($r = 0,34$) til klatrenivå. Muskeltverrsnitt hadde signifikant korrelasjon til relativ PF, relativ isoF, fingerheng og gripestyrke, men ikkje til RFD og klatrenivå. Fingerheng hadde høg korrelasjon ($r = 0,83$) til klatrenivå, noko som er kjent frå tidlegare studiar.

Konklusjon

Den nyutvikla styrketesten viste seg å vere enkel, reliabel og valid for sportsklatrarar. Kraftmålingane som vart henta ut viser signifikant og høg korrelasjon til klatrenivå. Gripestyrke har lite å sei for klatrenivå. Fingerheng er ein reliabel og valid test for muskulært uthald på ulike nivå hos sportsklatrarar. Muskeltverrsnittet ser ut til å ha noko å sei for muskelstyrken, men ikkje nødvendigvis for klatreprestasjon. Tendensen er at auke i klatrenivå gir lavare kroppsvekt og mindre kroppsfett (%).

Nøkkelord: styrketest klatring, fingerheng, ultralyd, muskeltverrsnitt, flexor digitorum superficialis, flexor digitorum profundus

Innhald

1.0 Innleiing	6
2.0 Problemstilling.....	7
3.0 Teori.....	8
3.1 Gradering og definering av nivå	8
3.2 Fingerstyrke	9
3.3 Gripestyrke	9
3.4 Grepstypar i klatring	10
3.5 Testar for klatring	10
3.6 Ultralyd	11
4.0 Metode	12
4.1 Deltakarar	12
4.2 Intervju	13
4.3 Ultralyd og kroppssamansetning.....	14
4.4 Kroppssamansetning	14
4.5 Oppvarming	15
4.6 Gripestyrke	15
4.7 Maksimal kraft.....	15
4.8 Fingerheng.....	18
4.9 Statistikk	18
5.0 Resultat.....	19
6.0 Diskusjon	24
6.1 Maksimalstyrke	24
6.2 Gripestyrke	26
6.3 Muskeltverrsnitt.....	26
6.4 Fingerheng.....	28
6.5 Ultralyd	28
6.6 Kroppssamansetning	28
6.7 Svakheiter ved studien og vegen vidare.....	29
7.0 Konklusjon	30
Referansar	31
Vedlegg.....	35

1.0 Innleiing

Sportsklatring, og særleg innandørs sportsklatring er ein idrett i stor vekst. Klatring har gått frå å vere ein relativt uorganisert aktivitet, til å bli organisert i klubbar og særforbund.

Konkurransar vert arrangert lokalt, nasjonalt og internasjonalt, og konkurranseformatet er vel etablert. Sportsklatring er også på veg mot å bli OL grein. I konkurranseklatring er det tre disiplinar; led, buldring og speedklatring. Led og buldring er dei greinene folk flest bedriv på ulike nivå, også som mosjonsidrett og for rekreasjon. Sportsklatring på led foregår med bruk av tau for fange opp eventuelle fall. Klatrar hefter tauet innom karabinarar som er festa i fastmonterte boltar i fjell- eller innandørsveggen. Langs boltane går klatreruta, og denne vert gitt vanskegrad. Det finst fleire graderingsskalaer, og den norske graderingsskalaen går frå grad 2 til 10 med +/- bak. Den er open oppover, og har gjennom historia blitt utvida jevnt og trutt. Det er to hovudformer for sportsklatring på led; on-sight (OS) og redpoint (RP). Når du klatrar OS har du ingen informasjon om ruta frå før. RP er den forma der ein presterar høgast vanskegrad. Det er vanleg å øve inn dei ulike delane av ruta, før ein klarer å klatre den som heilheit. Buldring er tradisjonelt sett klatring på store steinar. Det kan også foregå på lave veggjar inne eller ute. Klatrerutene i buldring vert oftast kalla buldreproblem. Styrkeklatring kan vere eit skildrande synonym til buldring. Speedklatring er lite utbredt, og det vert ikkje arrangert nasjonale konkurransar i denne greina i Norge.

Gjennom mitt virke som Trener 2 i Norges Klatreforbund har eg havna i ein del diskusjonar om arbeidskravsanalyser. Kva må ein prestere på ulike fysiske testar for å kunne prestere klatreruter på dei ulike nivå? Bakgrunnen for mykje ueinigheit og synsing, har truleg med mangel på vitenskapleg dokumentasjon og forskning å gjere. Det er eit ungt forskingsfelt. Etter ein litteraturgjennomgang ser ein at det vart publisert litt vitenskaplege artiklar på -90 talet, noko meir etter år 2000, og ganske mykje etter 2010. Ein byrjar å sjå eit mønster, og fleire studiar peikar etter kvart på dei same arbeidskrava.

I forkant av studien kontakta eg Jiří Baláš (Charles University, Praha, Tsjekia), ein av dei mest aktive på forskningsfeltet. I utgangspunktet var planen for denne studien å fokusere på å måle vinkel og lengde på muskelfibrane i fingerfleksorane med ultralyd. I tillegg skulle eg også måle tverrsnitt. Balas stilte spørsmål ved kva ein kunne bruke slike målingar til i praksis, men var likevel svært interessert i mine tankar og inspirerte meg til å tenke litt annleis. I den påfølgande pilot-testinga av ultralydapparatet viste det seg vanskeleg å måle fiber lengd og fiber vinkel. Derfor vart kun tverrsnittsmåling teke med vidare inn i studien. Sidan reliable og

valide styrketestar har vore mangelvare i klatremiljøet, begynte eg i staden å sjå på korleis vi kunne måle finger-/armstyrke på ein nøyaktig måte. Det var viktig med ein enkel, klatrespesifikk og lite utstyrskevande test. Eg gjennomførte ein liten pilottest med litt ulikt utstyr. Det endte med at eg nytta ei vanleg treningslist i kombinasjon med kraftcelle for nøyaktig kraftmåling.

Målet med studien er å utvikle ein klatrespesifikk, enkel og påliteleg styrketest. I kva grad heng muskelstyrken saman med klatrenivå. Ein ny metode innan klatrestudiar er å nytte ultralyd for å gjere nøyaktige målingar av muskeltverrsnitt i fingerfleksorane. Tjukke musklar er jo generelt sterkare enn tynne musklar. Korleis er dette forholdet i klatring, og ikkje minst sett i samanheng med klatrenivå. Korleis vil den nye testen korrelere med klatrenivå i høve den etablerte og mykje brukte fingerheng testen.

2.0 Problemstilling

Etter inspirasjon av tidlegare studiar og egne erfaringar med klatretrening endte eg med følgjande problemstilling:

Kan ein utvikle ein enkel og reliabel styrketest på 23 mm trelist for å måle maksimal finger-/armstyrke ved bruk av kraftcelle med god korrelasjon til klatrenivå, og som kan inngå i eit testbatteri hos sportsklatrarar?

- i. I kva grad er det samanheng mellom klatrespesifikke styrketestar og klatrenivå?
- ii. Fungerer ultralyd som målemetode for muskeltverrsnitt av fingerfleksorane?
- iii. I kva grad har muskeltverrsnitt i fingerfleksorane noko å bety for klatrenivå og klatrespesifikk fingerstyrke?

3.0 Teori

Klatring er ein relativt ny idrett. Konkurransesklatring oppstod først på 80-talet (Watts, Martin, & Durtshi, 1993). Moderne sportsklatring har utvikla seg til å bli brattare og meir fysisk krevande. Dette set store krav til styrke i overkropp og fingrar (Balas, Pecha, Martin, & Crochane 2012). I løpet av 90-talet vart det meir vanleg med innandørs klatreanlegg og fleire begynte å trene systematisk for å prestere i konkurransar. Med meir systematisk trening har det blitt økt fokus på å finne ut kva faktorar som påverkar klatreprestasjon, og effektive treningsmetodar for desse faktorane. Det har etter kvart blitt publisert mange vitenskaplege artiklar på området. Dei tidlege studiane såg først og fremst på antropometriske kjenneteikn hos klatrarar, kva for skadar som kom som følgje av klatring, og dei grunnleggande fysiologiske komponentane i klatring (Draper et al., 2011a). Karakteristiske trekk ved klatrarar har vore lav kroppshøgde, lav kroppsvekt og lav fettprosent (Tomaszewski, Gajewski & Lewandowska, 2011; Sheel, 2004; Watts, Joubert, Lish, Mast & Wilkins 2003; Watts et al., 1993). Etter kvart har også forskarar begynt å undersøke kva faktorar som påverkar klatreprestasjon og identifisere klatrespesifikke treningsmetodar.

3.1 Gradering og definering av nivå

Å samanlikne prestasjonar eller klatrenivå er ei utfordring utanfor konkurransar. Rundt i verda er det mange ulike graderingssystem for klatreruter. Desse klatregradene er oftast fastsett av førstebestigar, og eventuelt justert i etterkant på bakgrunn av konsensus i klatremiljøet. Det finst ingen objektiv og eksakt måte å gradere på. Det vert ei subjektiv vurdering. Ei utfordring er at ulike studiar har brukt ulike graderingssystem og nivåinndeling. Det kan derfor vere utfordrande å samanlikne studiar. Dette let seg likevel gjere ved bruk av konverteringstabellar (Draper et al., 2011a). Draper foreslår også at vitenskaplege studiar nyttar skalaen til Watts eller Ewbank skalaen. Ewbank skalaen er ofte omtalt som den Australske skala, og er primært nytta i Australia, New Zealand og Sør Afrika (Draper et al., 2011a). Det vert også foreslått å nytte nivå-kategoriseringa av klatrarar som vart utvikla i denne studien (Draper et al., 2011a).

3.2 Fingerstyrke

Det er kjent at det er god samanheng mellom klatrenivå og fingerstyrke (Balas et al., 2012; Balas, Mrskoč, Panačková & Draper 2014; Sheel, 2004; Watts et al., 1993). Lopez-Rivera & Gonzalez-Badillo (2012) antyder at det er god grunn til å tru at økt maksimal fingerstyrke også vil påverke maksimal uthaldande fingerstyrke. Dette vil igjen kunne auke klatreprestasjon. Dette har også fleire andre vitenskaplege studiar peika på. Balas et al., (2012) har vist at hengetid på list (fingerheng) har god korrelasjon ($r = 0,87$) til klatrenivå. For utøvarar på høgare nivå er denne testen meir ein test av muskulært uthald. Muskulært uthald er vanleg å teste på 40-70% av 1 repetisjon maksimum (1RM) (Raastad, Paulsen, Refsnes, Rønnestad, & Wisnes, 2010). Klatrarar på elite nivå kan henge på 1 arm på 23 mm trelist (Balas et al., 2014). MacLeod et al., (2007) peikar på at klatrarar har høg relativ fingerstyrke i høve ikkje-klatrarar. Han finn også at omkretsen på underarm er om lag lik hos både klatrarar og ikkje-klatrarar, men hos klatrarar er den signifikant større i høve kroppsvekt. Balas et al., (2012) konkluderer med at han ved å teste klatrarar i hengetid på list både med bøygde og strake armar, og ved å legge til fettprosent, treningsmengde (klatrespesifikk) og klatreerfaring, kan forklare 97% av variasjonen i klatreprestasjon. Sheel (2004) konkluderer også med at trenbare variablar forklarar 58,9% av klatreprestasjon, og at andre antropometriske faktorar kun kan forklare nokre få prosent (< 3%).

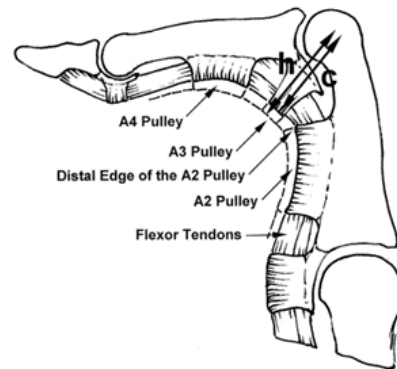
3.3 Gripestyrke

Gripestyrke, testa med hand dynamometer, har vore ein vanleg test på klatrarar (Watts et al., 2008). Fleire studiar har vist at klatrarar har moderat gripestyrke samanlikna med andre idrettssutøvarar (Watts et al., 1993). Watts et al., (1993) konkluderte med at testing av gripestyrke med hand dynamometer i lita kan brukast til å sei noko om klatrenivå. I følgje Watts et al., (2008) er gripestyrke målt med hand dynamometer lite spesifikt i høve klatring. Balas et al., (2012) fann derimot god korrelasjon mellom relativ gripestyrke (gripestyrke pr. kg kroppsvekt) og klatrenivå. Dei hadde i denne studien justerte hand dynamometer til å nå til 1. phalanx på ringfinger. Standard testprosedyre er å måle dette på midtre phalanx (Council of Europe. Committee of Experts on Sports Research, 1993). Laffaye, Levernier & Collin, (2015) samanlikna i sin studie spesifikk testing av fingerstyrke med gripestyrke. Dei fann at dei klatrespesifikke testane hadde god samanheng med klatrenivå. Det vart målt 22,4% høgare verdiar hos klatrarar på elite nivå i høve dei på avansert nivå. Det var også 29,1% høgare verdiar hos dei på avansert nivå i høve nybegynnar nivå. Dette står i kontrast til testen av gripestyrke med hand dynamometer. Der kunne ein meir sjå ein tendens enn verkeleg forskjell på ulike grupper (Laffaye et al., 2015).

3.4 Grepstypar i klatring

Kva type klatregrep ein brukar spelar ei sentral rolle i aktiveringa av fingerfleksorane (Watts et al., 2008). Det er vanleg å seie at vi har nokre hovedytpar klatregrep.

Desse er opa hand, krimp, klypegrep/pinch og eventuelt 1 eller 2 fingergrep (Balas et al., 2014). Desse vert brukt både i ulike vinklar og på ulike klatretak av varierende størrelse. Krimpegrepet vert ofte foretrukke på små tak (Schweizer 2001; Amca, Vigouroux, Aritan & Berton



2012). Det er vist betydeleg adaptasjon i sener og ringband hos klatrarar som har hatt høge belastningar på desse strukturane over lang tid (15 år) (Schreiber, Allenspach, Seifert, & Schweizer 2015). Det er vist at ved høg belastning aukar friksjonen mellom fleksjonsena frå M. Flexor Digitorum Superficialis (FDS) og M. Flexor Digitorum Profundus (FDP), og seneopphenget. Dette gjeld spesielt for krimpegrepet når PIP leddet er flektert 90°. Det har blitt målt 29,9% forskjell i maksimal eksentrisk og konsentrisk kraftutvikling ved fleksjon av PIP leddet (Schweizer, Frank, Ochsner & Jacob, 2003). Av denne differansen er kraftbidraget frå friksjon mellom sene og ringband ved høg belastning og eksentrisk fleksjon av PIP leddet 9,1% (Schweizer et al., 2003). Derfor vil klatrarar kunne motstå ei stor kraftauke i fingertuppene utan å kunne måle same auke i konsentrisk muskellarbeid samanlikna med ikkje-klatrarar (Schweizer, 2001; Schweizer et al., 2003). Det har blitt beskrive ein senekompresjonsmekanisme (TCM) der ein ser ei endring i glideflate mellom FDP sene og A2 ringband frå konsentrisk til eksentrisk muskellarbeid (Walbeehm & McGrouther 1995). Det vart funne at ved konsentrisk muskellarbeid glir sene frå FDP lett. Ved statisk eller eksentrisk muskellarbeid endra fiberretninga seg, noko som gav større friksjon (Walbeehm & McGrouther 1995). Denne mekanismen har blitt beskrive å fungere nærmast som ei «kinesisk finger felle» (Schweizer et al., 2003).

Fingeranatomi. (Schweizer, 2001)

3.5 Testar for klatring

Type muskellarbeid i fingerfleksorane vil naturleg variere. Balas et al., (2014) peikar på at i klatresituasjonen vil ein typisk gripe eit tak for så å belaste det med kroppsvekt. Det vert altså ein eksentrisk fase før ein isometrisk fase, eventuelt direkte over i ein konsentrisk fase.

Testing av fingerstyrke ved eksentrisk muskellarbeid vert gjerne meir klatrespesifikt enn heilt isometriske testar (Balas et al., 2014). Isometrisk testing av fingerstyrke bør derfor testast ved

å holde på eit klatretak for så å bruke kroppsvekt for å dra fingrane mot taket, og muskulaturen må jobbe for å holde hand-/fingerposisjonen mot den eksterne krafta (Watts et al., 2008). På denne måten vil ein også få med effekten av TCM/friksjonsbidraget i kraftutviklinga (Schweizer et al., 2003).

Relativ klatrespesifikk styrke i armane er ein viktig faktor for klatreprestasjon (Laffaye et al., 2015). I studien til Laffaye et al., (2015) var det store forskjellar på klatrarar og ikkje klatrarar i testen «arm-jump test». Denne testen vart gjort på «bøttetak» som tilsvarende å henge i ei stang. Armane som «system», der ein inkluderer klatrespesifikk fingerstyrke, får ein altså ikkje testa gjennom «arm-jump test». Slike testar har ikkje vore mogleg å spore opp i vitenskaplege artiklar, men er noko som er vanleg at vert praktisert blant klatrarar under trening på trelistar. Det som har vore gjort er t.d. testen «bent arm hang» (Balas et al., 2012). Denne testar maksimalstyrke for utøvarar på lavt nivå, men på høgre nivå testar ein meir muskulært isometrisk uthald. Med muskulært uthald meiner ein muskelen eller muskelgruppa si evne til å utføre maksimalt antal repetisjonar på submaksimal motstand (Raastad et al., 2010). Dette er ikkje direkte overførbart då bent arm hang er ein isometrisk test, men tidsperspektivet i testen er noko det same. Styrke er definert som «den maksimale kraften eller dreiemomentet enn muskel eller muskelgruppe kan skape ved en spesifikk eller forutbestemt hastighet» (Raastad et al., 2010, s. 13)

3.6 Ultralyd

I samband med denne studien har det blitt gjort grundig litteratursøk på ultralyd. Det har ikkje vore funne at ultralyd har vore brukt for å måle muskeltverrsnitt på FDS og FDP hos klatrarar. Dette er noko underleg då det er god korrelasjon mellom muskeltverrsnitt og kraftutvikling i ein muskel (Miller, MacDougall, Tarnopolsky & Sale, 1993). I studien til Legerlotz, Smith & Hing (2010) vart det brukt ultralyd for å måle muskeltverrsnitt, muskelfiberlengd og vinkel. Denne studien vart gjort på medial gastrocnemius på barn i alderen 4-10 år. Dei konkluderte med at både stasjonære og flyttbare ultralydapparat var godt eigna til dette. Ultralyd har blitt nytta til å studere ligament og sener frå FDS og FDP til fingertuppene hos klatrarar (Schreiber., 2015). I denne studien vart det påvist betydeleg adaptasjon etter minimum 15 år med stor belastning på fingrane gjennom klatring. Ultralyd var godt eigna til å gjere målingar på desse strukturane.

4.0 Metode

Denne oppgåva er ei kvalitativ tverrsnittundersøking (Befring, 2007). Det vart gjort ein test av meldeplikt på Norsk samfunnsvitenskaplege datatjeneste (NSD) sine heimesider (NSD-Personvern, 2015). Denne studien vart funne å ikkje vere meldepliktig. Kun fornavn vart skrive i testprotokollen som var på papir. Det vart ikkje loggført fødselsdato eller andre personopplysningar. Alle testresultat vart anonymisert før dei vart lagt inn elektronisk.

Det vart gjort eit strategisk utval av forsøkspersonar (FP). I tillegg var det nokre FP som meldte seg på grunn av interesse. For studien sin del var det viktig at alle FP var representative i høve sitt klatrenivå og at utvalet totalt sett skulle representere eit stort spenn i klatrenivå. Først vart det gjennomført eit kort intervju, før måling av muskeltverrsnitt på FDS og FDP med ultralyd. Deretter gjennomførte vi måling av kroppssamansetning og tre ulike klatrespesifikke fysiske testar. Alle testane vart gjennomført i HiSF sin styrkelab.

Krav til signifikans er satt til $\leq 0,05$. I tidlegare studiar har det vore vanleg praksis å oppgje styrke i høve kroppsvekt; relativ styrke. Det kan vere problematisk då ein kan anta at dette forholdet ikkje er like avgjerande på alle nivå. For klatring på lavare nivå er rutene oftast mindre bratte enn på høgare nivå. Styrke/kroppsvekt forholdet i fingrar og armar vil truleg ikkje vere like avgjerande som på høgare nivå. Det er likevel relativ styrke som primært blir oppgitt også i denne studien. Det er både mest vanleg og vurderast til vere mest relevant uavhengig av nivå (Balas et al., 2014; Watts et al., 2004).

4.1 Deltakarar

FP som vart rekruttert til studien var 20 menn. Dei representerte ulike nivå i klatring frå norsk klatregrad 5 til 9-/9. Sidan det ikkje er så mange på høgare elite og elite nivå i Sogndal, var det viktig å få med dei som var her. Resten av utvalet vart gjort med tanke på å få god spreing i klatrenivå. I god tid i forkant av studien vart det sendt ut informasjon til FP om kva dei ville bli testa i, og kva førebuingar dei måtte gjere i forkant. Dette var *«ikkje hard fysisk trening siste 48 timane før testing, treningsfri siste 24 timane. Ikkje inntak av mat/drikke siste 2 timane før testing, og gå på do rett før test. Ikkje inntak av alkohol siste 48 timane før test»*. Det vart laga ei detaljert testprosedyre for alle testar som skulle gjennomførast (Vedlegg 1) og ein testprotokoll for å loggføre resultat (alle testresultat i vedlegg 3).

For å kategorisere FP vart dei delt inn i nivå slik Draper har foreslått i sin studie (Draper et al., 2011a). For å fastsette klatrenivå på kvar enkelt har eg brukt Draper et al., (2011a) sin konverteringstabell (Vedlegg 2) og nytta Ewbank graderingsskala slik Draper et al., (2011a) foreslår.

Tabell 1. Karakteristikk av FP for kvart nivå.

Grupper	Alder	År klatreerfaring	Klatrenivå	Kroppshøgde cm	Kroppsvekt kg	Fett%
Lower grade (N=2)	25,0 ± 1,4	2,3 ± 2,5	17,0 ± 0,0	181,0 ± 5,7	75,0 ± 7,1	14,5 ± 1,1
Intermediate (N=6)	25,7 ± 2,7	4,4 ± 2,6	22,0 ± 0,9	176,0 ± 7,8	72,7 ± 11,6	14,3 ± 3,6
Advanced (N=9)	32,7 ± 8,2	9,9 ± 6,4	26,9 ± 1,2	176,3 ± 6,0	72,5 ± 6,5	12,4 ± 3,9
Elite (N=3)	27,7 ± 11,5	12,7 ± 8,7	29,7 ± 0,6	178,7 ± 6,8	70,5 ± 7,6	12,4 ± 2,8

4.2 Intervju

Ved oppmøte vart det informert om kva som skulle gjennomførast, og om lag kor lang tid det ville ta. Først fylte vi inn basisinformasjon om alder, klatreerfaring, klatrenivå og treningsbakgrunn i testprotokollen. Med klatreerfaring vart det tatt utgangspunkt i når vedkommende hadde tatt innføringskurs i klatring. År der FP hadde klatra 1-2 økter i løpet av eit heilt år, vart ikkje tatt med. Når det gjeld klatrenivå vart hardaste rute klatra i redpoint (RP) stil, siste 6 månader, protokollført. Hardaste rute RP nokon sinne vart også protokollført. I resultatata er det kun max RP siste 6 mnd som er brukt som mål på klatrenivå. Sjølvrapportert klatrenivå har tidlegare studiar vist at er ein reliabel metode for å fastsette klatrenivået (Draper et al., 2011b).

For å få eit bilde av treningsgrunnlaget skulle FP oppgjje gjennomsnittleg antal klatre-/buldreøker i veka. Her vart det også teke med klatrespesifikke styrkeøker som primært gjekk på finger og armstyrke, slik som trening på campusbrett eller fingerbrett. Dette er treningsapparat for klatrespesifikk styrketrening på fingrane. Periodar med skade, eller andre ting som gjorde at FP ikkje hadde trent, vart ikkje medrekna. Det protokollførte talet var altså eit estimat basert på aktive periodar.

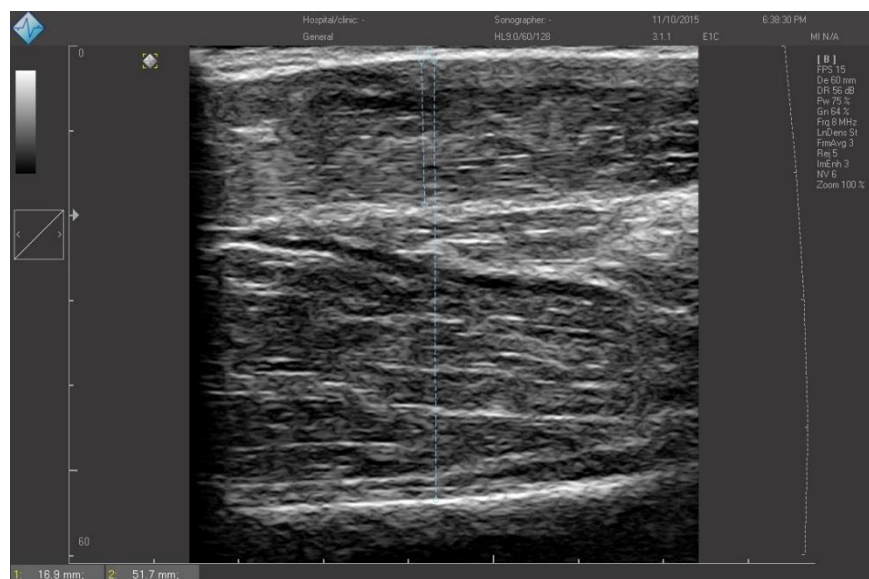
4.3 Ultralyd og kroppssamansetning

Det vart brukt ultralydapparat (Echo Blaster 128 CEXT-1Z, REV;C. Produsent: Telemed, UAB, Vilnius, Litauen) for å måle muskeltverrsnitt av *M. flexor digitorum superficialis* og *M. flexor digitorum profundus*. Målingane vart gjort i utkvilt og avslappa tilstand. Apparatet var innstilt til 60 mm djupne, slik at ein såg inn til

Ulna. Bilde vart tatt etter spesifikasjonane i testprosedyren (Vedlegg 1). Det vart tatt 5 bilder av kvar person der vi strauk høgste og lågaste måling, og brukte gjennomsnittet av dei tre igjenståande målingane.



Måling av muskeltverrsnitt



Typisk ultralyd bilde av FDS og FDP.

4.4 Kroppssamansetning

Etter ultralyd vart det målt kroppshøgde og kroppssamansetning, bioelektrisk måling, med Tanita MC 180 (MC 180, Tanita Corp, Tokyo, Japan) i standard modus. Standard modus vart nytta etter anbefaling frå klinisk ernæringssterapeut ved Sentralsjukehuset i Sogn og Fjordane som nyttar denne til dagleg. Tanita MC 180 er validert til vitenskapleg bruk, og har vore brukt i tidlegare studiar ved HiSF (Aadland, Andersen, Anderssen, & Kvalheim 2013)



Måling av kroppssamansetning.

4.5 Oppvarming

Før dei fysiske testane vart FP sendt til buldreveggen for 15 min oppvarming. Dei vart oppfordra til å fokusere på god oppvarming i fingrar, armar og skuldrar. Dette skulle først gjerast med lett klatring på store klatretak. Vidare vart dei oppfordra til å auke intensiteten. Som avslutning av oppvarminga vart dei oppfordra til å «å fyre seg opp» for å kunne ta i maksimalt når dei kom tilbake til styrkelaben der testane vart gjennomført. Dette skulle fortrinnsvis gjerast på treningslister tilsvarande lista dei skulle gjennomføre testane på. Det var då snakk om å gjere nokre litt eksplosive øvingar. Gjerne «spensthopp» på fingrar og armar, i klatremiljøet kalla «dobbelcatching på campusbrett». Dei kunne også gjere andre liknande øvingar som FP var kjend med.

4.6 Gripestyrke

Testing av gripestyrke vart gjort med dominant hand med hand dynamometer (Baseline® Hydraulic Hand Dynamometer, Fabrication Enterprises, Inc. Elmsford, NY, USA). Testen vart gjennomført etter normal testprosedyre. Dette vart gjort ståande med strake armar hengande rett ned, men holdt ut frå kroppen. Dynamometeret vart justert slik at det nådde til midtre phalang med 90°-100° i PIP leddet. FP fikk prøve apparatet før teljande forsøk. Ingen kroppsdelar skulle vere i bevegelse under utførelse av testen. Beste resultat av tre forsøk vart teljande. Minimum 3 minutt pause mellom forsøk.

4.7 Maksimal kraft

Dei to mest klatrespesifikke testane vart gjennomført til slutt. Den første testen var å måle maksimal kraftutvikling med 90° i albogeleddet. Vinkelen blei målt med vinkelmålar. 90° blei vald sidan det er relativt lett å visuelt vurdere. Testen vart gjort hengande på ei 23 mm djup trelist med avrunda kant. Det er tilsvarande størrelse som har blitt nytta i tidlegare studiar (Balas et al., 2012; Balas et al., 2014). Dette er ei vanleg treningslist av merket Wood Grips som er 43 cm lang. Testen vart gjennomført etter testprosedyra (vedlegg 1). FP vart instruert til å ikkje bruke tommel oppå peikefinger eller lista. FP hadde då val mellom to måtar å gripe lista: opa hand eller halv-krimp. FP vart oppfordra til å nytte grepet opa hand, då dette har vist seg å belaste ringband i



Testlista



Klatregrepet opa hand

fingrane mindre enn halv-krimp (Schweizer 2001). Derfor vil det truleg vere mindre skadeutsatt enn halv-krimp grepet. Når det er snakk om opa hand grepet på ei slik list, vert det i praksis ein hybrid mellom desse grepa. Anatomiske forskjellar i fingerlengde vil i stor grad avgjere grepet på ei slik rett list. Det viktigaste var at FP nytta eit grep, utan tommel, som var kjent og komfortabelt. Samtlege FP nytta opa hand grepet.

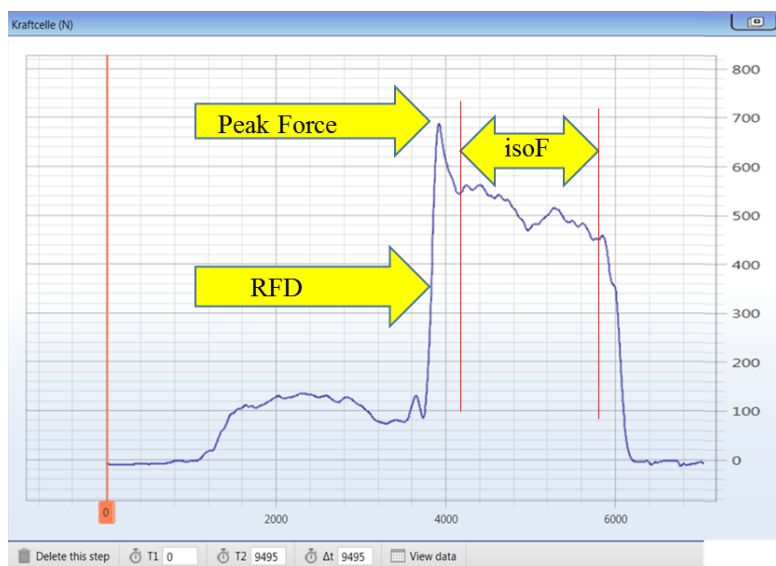
Denne testen vart gjort for å måle maksimalkraft i armar og fingrar saman som «system». Testen vart utvikla for å måle finger-/armstyrke som heilheit, og ikkje isolert kvar for seg. Før testen fikk FP på seg eit hoftebelte av ein klatresele, som satt stramt rundt hoftekammen. Vi festa kraftsensor (Ergotest Technology AS, Langesund, Norge) til fast punkt i golvet som var loddrett under lista. I andre enden av kraftsensoren festa vi eit statisk aramid tau. Dette tauet vart også festa i beltet til FP, og lengda justert slik at FP ikkje kom høgare enn 90° i albogeledet når han prøvde å ta ei kroppsheving hengande på lista. Kraftcella vart kontrollert med eit lodd på 10 kg for kvar femte FP. Dette for å sikre seg at den målte likt på alle FP sjølv om den fikk litt hard behandling innimellom. Testen vart gjennomført slik:



Utførelse av styrketest

1. FP legg fingrane på lista, utan bruk av tommel.
2. FP hever kroppen til stoppa er stram.
3. Testleiar tel raskt ned: 3-2-1-køyr!
4. FP drar til maksimalt så raskt som mogleg og held maksimalkraft i 3-4 sekund.
5. 3 min pause.
6. Beste resultat av 3 forsøk var teljande.

Ut av denne testen henta vi tre ulike kraftmålingar; Peak Force (PF), gjennomsnittleg isometrisk maksimalkraft (isoF) og Rate of Force Development (RFD). Kriterie for å kunne bruke resultat frå eit forsøk er at kraftsensoren viser noko kraft før akselerasjon mot PF. Måling av isoF skjer innanfor 2 sek, etter PF, der kraftkurva har minst variasjon og før den dett mot 0. Måling av RFD skjer på brattaste del av kraftkurva innafor 200 millisekund. I resultatata er det oppgitt kraft pr. sekund (N/s).



Illustrasjon av kraftkurve



Kraftcella i bruk

For å få reliable målingar var det avgjerande at kraftcelle, tau og hoftebeltet rundt livet vart stramma opp. Derfor var det eit kriterie at kraftcella viste $>0,1N$ før akselerasjon mot PF. Det vart også observert at FP i nokre høve «hipsa» på hofta mot slutten av innsatsen, og fikk dermed ein ny falsk PF. Desse forsøka vart ikkje teljande.

Peak Force (PF): Største kraftutvikling. Høgste verdi på kraftkurva.

Isometrisk maksimalkraft (isoF): Isometrisk maksimalkraft. Målt som gjennomsnittskraft over to sekund, etter peak på kraftkurva, der kraftkurva har minst variasjon og før FP har gitt opp og kurva dett mot 0.

Rate of Force Development (RFD): Kraftutvikling pr. tid. Målt over 200 millisekund der kraftkurva er brattast. Oppgitt i N/s i resultata.

4.8 Fingerheng

FP hadde minimum 5 min pause etter maksimalkraft testen. Fingerheng testen vart så gjennomført på samme list som maksimalkraft testen. Testen vart gjennomført fritthengande og 4 fingrar på kvar hand på lista. Ikkje lov å bruke tommel oppå fingrane eller lista. Tommelen kunne brukast til å klype mot undersida av lista. Tid vart starta når FP løfta beina av golvet eller kassen vedkommande stod på. FP fikk sekundering kvart 10.sekund, og kvart 5.sekund når testleder såg at det nærma seg utmattelse. Tida vart stoppa når føttene berørte underlaget igjen.



Fingerhang

4.9 Statistikk

Alle utrekningar, tabellar og figurar vart i utgangspunktet gjort i Excel (Microsoft Excel 2013). Det gjeld gjennomsnitt, korrelasjon, samvariasjon og standardavvik. Alle tal i resultatdelen er gjennomsnitt for respektive grupper \pm standardavvik. Undervegs i analysen av data vart det identifisert eit behov for å rekne ut signifikans. Dataprogrammet SPSS (versjon 20; SPSS, Inc., Chicago, Illinois, USA) vart då nytta med assistanse frå høgskulelektor ved HiSF. Signifikansnivå vart satt til $\leq 0,05$.

5.0 Resultat

Testresultata er vist i tabell 2 og 3. Vidare er funna vist i diagramma i Figur 1-6.

Tabell 2. Gjennomsnittresultat frå fysiske testar for dei ulike gruppene med standardavvik.

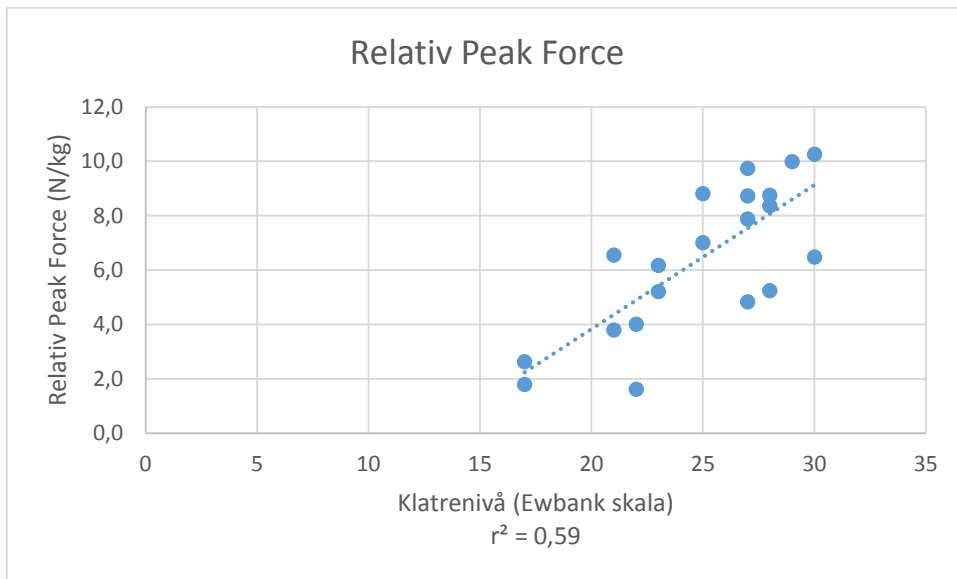
Grupper	Fingerheng (s)	Peak Force (N)	Rel. PF (N/kg)	RFD (N/s)	Rel. Gripestyrke (kg/kg)	Rel. isoF (N/kg)
Lower grade (N=2)	13,5 ± 2,1	164,0 ± 28,3	2,22 ± 0,59	502,5 ± 109,6	0,63 ± 0,08	0,68 ± 0,1
Intermediate (N=6)	35,0 ± 9,6	336,5 ± 150,6	4,56 ± 1,82	1186,7 ± 773,6	0,81 ± 0,10	3,11 ± 1,4
Advanced (N=9)	59,4 ± 13,8	557,6 ± 130,9	7,71 ± 1,69	1922,8 ± 584,6	0,90 ± 0,11	5,27 ± 1,5
Elite (N=3)	81,3 ± 19,5	624,3 ± 145,9	8,91 ± 2,11	2110,0 ± 974,4	0,82 ± 0,10	6,13 ± 2,4

Som vist i vedlegg 2 er lower grade norsk klatregrad 2 til 5, intermediate 5+ til 7+, advanced 7+/8- til 9- og elite 9-/9 til 10-. I tabell 2 ser ein at alle testresultat aukar for kvart nivå, bortsett frå relativ gripestyrke. Der er det eit lavare testresultat i elite enn i advanced gruppa.

Tabell 3. Muskelverrsnitt, kroppssamansetning og klatreerfaring (gjennomsnittsverdiar) for dei ulike gruppene med standardavvik.

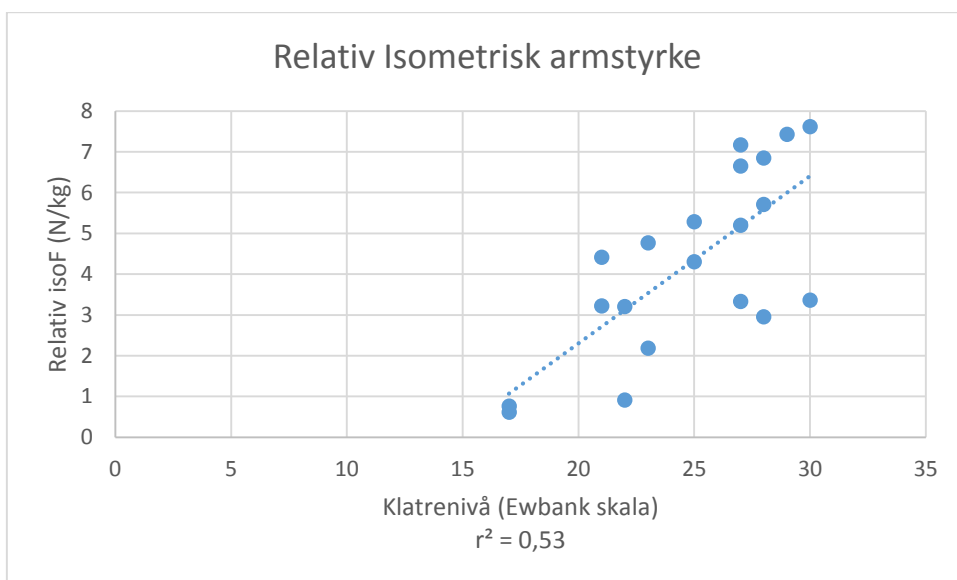
Grupper	M.tverrsnitt (mm)	Rel.		Kroppsvekt (kg)	Kroppsfett (%)	Klatreerfaring (år)
		M.tverrsnitt (mm/kg)				
Lower grade (N=2)	46,90 ± 4,95	0,63 ± 0,01		75,0 ± 7,1	14,5 ± 1,1	2,3 ± 2,5
Intermediate (N=6)	46,43 ± 4,16	0,65 ± 0,09		72,7 ± 11,6	14,3 ± 3,6	4,4 ± 2,6
Advanced (N=9)	50,78 ± 3,44	0,70 ± 0,06		72,5 ± 6,5	12,4 ± 3,9	9,9 ± 6,4
Elite (N=3)	50,53 ± 4,06	0,72 ± 0,09		70,5 ± 7,6	12,4 ± 2,8	12,7 ± 8,7

I tabell 3 ser vi at relativt M. tverrsnitt og klatreerfaring aukar for kvart nivå, samtidig som kroppsvekt minkar. Advanced og elite har også mindre kroppsfett enn lower grade og intermediate.



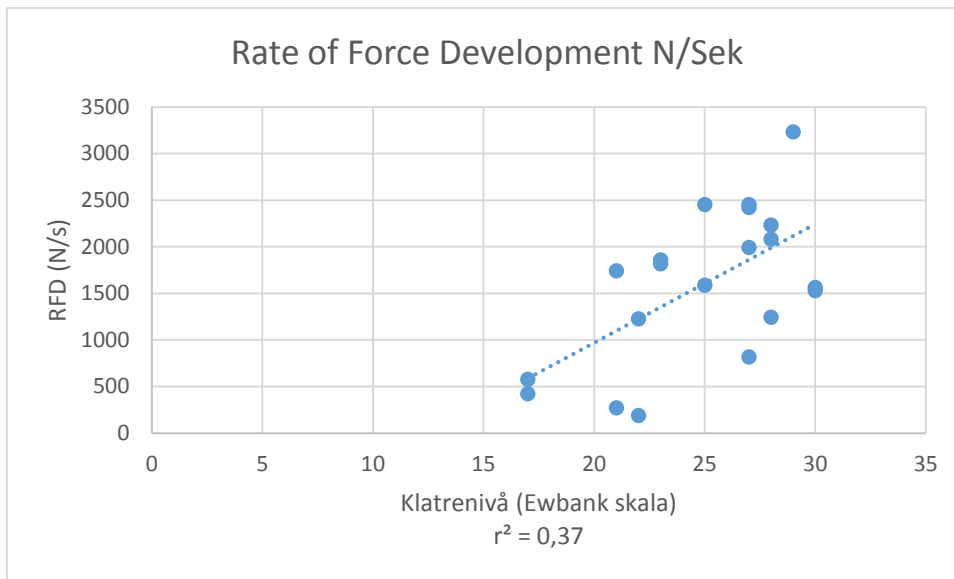
Figur 2 viser sammenhengen mellom relativ maksimal kraftutvikling og klatrenivå.

Korrelasjon mellom relativ PF og klatrenivå ($r = 0,77$) er signifikant ($P < 0,01$). Klatregrad 15 på Ewbank skala tilsvarer norsk klatregrad 4, 20 tilsvarer norsk grad 6, 25 tilsvarer norsk grad 8- og 30 tilsvarer norsk grad 9-/9.



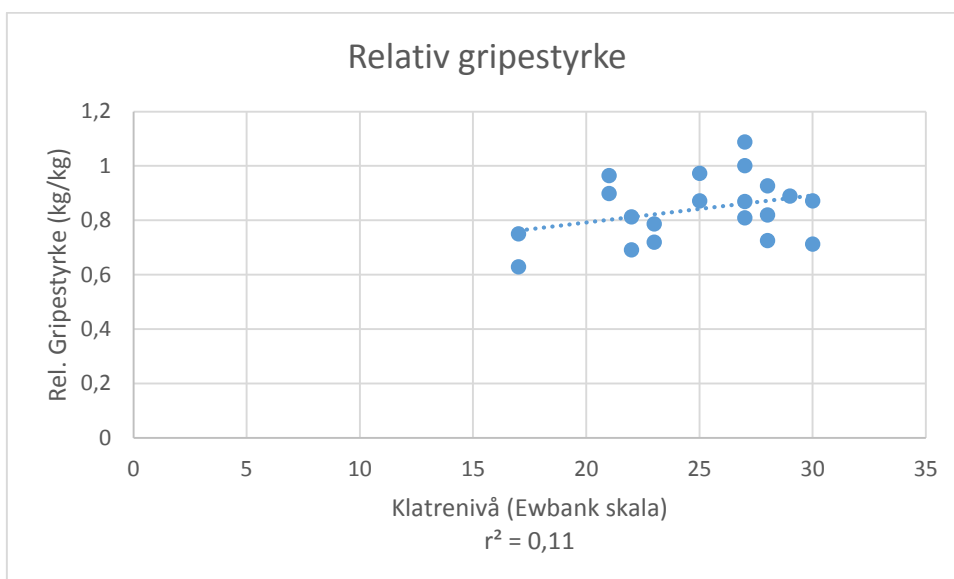
Figur 3 viser gjennomsnittleg relativ isoF.

Korrelasjonen mellom relativ isoF og klatrenivå ($r = 0,73$) er signifikant ($P < 0,01$). Relativ isoF er gjennomsnittskraft over 2 sekund, etter PF på kraftkurva.



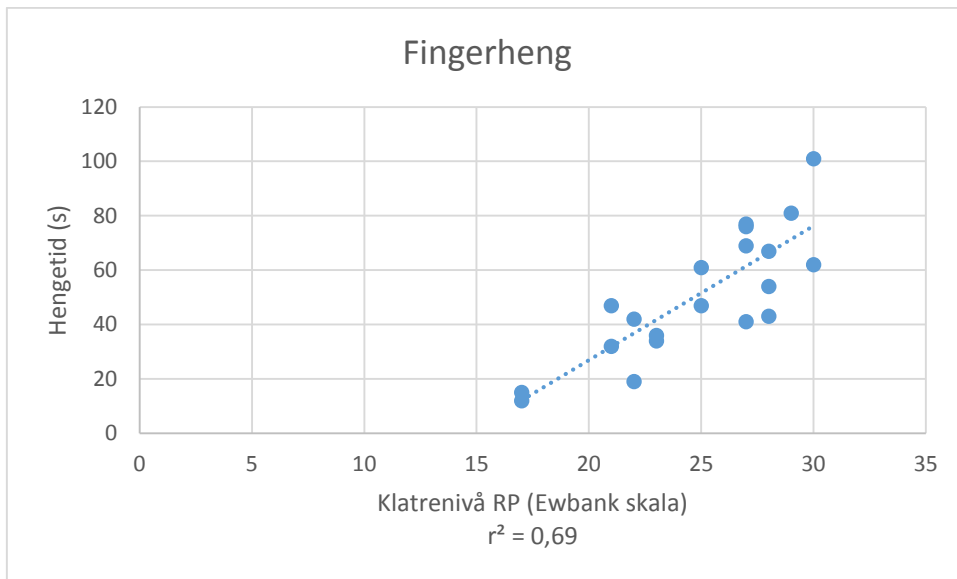
Figur 4 viser sammenheng mellom RFD og klatrenivå.

Korrelasjonen mellom RFD og klatrenivå ($r = 0,61$) er signifikant ($P < 0,01$).



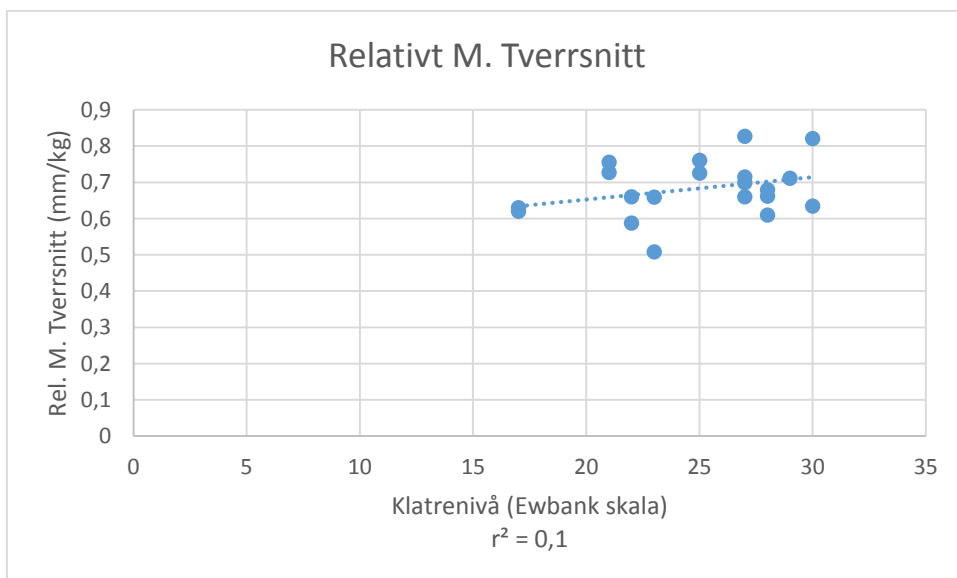
Figur 5 viser gripestyrke (kg) dividert på kroppssvekt (kg) i høve klatrenivå.

Korrelasjonen mellom relativ gripestyrke og klatrenivå ($r = 0,34$) er ikkje signifikant ($P = 0,14$). Det er altså liten statistisk sammenheng mellom gripestyrke og klatrenivå.



Figur 1. Viser korrelasjonen mellom denne hengetesten og klatrenivå.

Korrelasjonen mellom hengetid og klatrenivå ($r = 0,83$) er signifikant ($P < 0,01$). Her ser vi ein tydeleg samanheng mellom klatrenivå og hengetid.



Figur 6 viser totalt muskeltverrsnitt i FDS og FDP (mm) pr. kg kroppsvekt i høve klatrenivå.

Korrelasjonen mellom relativt muskeltverrsnitt og klatrenivå ($r = 0,31$) er ikkje signifikant ($P = 0,19$).

Tabell 4. Tjukk skrift viser korrelasjon (r-verdi), kursiv viser signifikans (P-verdi).

	<i>Nivå</i>	<i>Fingerheng</i>	<i>Rel. PF</i>	<i>RFD</i>	<i>Rel. isoF</i>	<i>Rel. Gripestyrke</i>	<i>Rel. M.tverrsnitt</i>
Nivå	▪	<i>≤0,001</i>	<i>≤0,001</i>	<i>0,004</i>	<i>≤0,001</i>	<i>0,144</i>	<i>0,194</i>
Fingerheng	0,83	▪	<i>≤0,001</i>	<i>0,002</i>	<i>≤0,001</i>	<i>0,005</i>	<i>0,01</i>
Rel. PF	0,77	0,85	▪	<i>≤0,001</i>	<i>≤0,001</i>	<i>0,001</i>	<i>0,009</i>
RFD	0,61	0,66	0,87	▪	<i>≤0,001</i>	<i>0,017</i>	<i>0,283</i>
Rel. isoF	0,73	0,84	0,96	0,79	▪	<i>≤0,001</i>	<i>0,002</i>
Rel. Gripestyrke	0,34	0,6	0,67	0,53	0,73	▪	<i>0,001</i>
Rel. M.tverrsnitt	0,31	0,56	0,57	0,25	0,66	0,68	▪

Korrelasjonen mellom relativt muskeltverrsnitt og dei fysiske testane fingerheng ($r = 0,56$), relativ PF ($r = 0,57$), relativ isoF ($r = 0,66$) og relativ gripestyrke ($r = 0,68$) var signifikant. Det var ikkje signifikant korrelasjon mellom relativt muskeltverrsnitt og klatrenivå ($r = 0,31$) og RFD ($r = 0,25$).

6.0 Diskusjon

Formålet med denne studien var å forsøke å utvikle ein reliabel styrketest for sportsklatrarar og validere denne. Eg ville både sjå på forholdet maksimal finger-/armstyrke og klatrenivå, og meir uthaldande fingerstyrke og klatrenivå. Gripestyrke er ein vanleg test i klatrestudiar, og vart også teken med her. Eg ville undersøke i kva grad ultralyd kan brukast for å måle muskeltverrsnitt i FDS og FDP. Dette for å sjå om det er nokon samanheng mellom muskeltverrsnitt og fingerstyrke. Eg ville også måle kroppssamansetning for å vite at utvalet i denne studien var representative i høve utval i andre studiar.

6.1 Maksimalstyrke

I denne nyutvikla testen kunne vi måle samla maksimal styrke i armar og fingrar i same test. Målet var å utvikle ein test for å måle klatrespesifikk muskelstyrke på alle nivå i ein enkel og reliabel test. I eit prestajonsperspektiv i klatring vil det vere uinteressant om det er armar eller fingrar som sviktar. Det er kva «systemet» samla kan utvikle av kraft som er avgjerande. Ved å bruke kraftcelle for å måle kraftutvikling kunne vi lese ut fleire kvalitetar. Det var både kva maksimalkraft FP kunne utvikle (PF), maksimal isometrisk kraft (isoF) og kor raskt FP utvikla kraft mot PF (RFD). I kva grad begrensinga låg i fingerstyrke, armbøyarar eller skuldrar/ryggmuskulatur viser ikkje testen. Observasjonar undervegs gjev eit inntrykk av at fingerstyrke oftast er ei hovudbegrensing. Dette var også noko FP uttrykte. Dei same personane ville truleg kunne trekke hardare i kraftcella om dei hang i ein bom med godt grep. Ein interessant observasjon er då at ingen drog så hardt med armbøyarane at grepet på lista glapp. Dei fikk beskjed om å trekke så hardt og raskt dei kunne, og å fortsette å dra med maksimalkraft i 3-4 sek. Trass i ei slik eksplosiv øving svikta altså aldri grepet. Dette kan indikere at klatrarar har ei godt utvikla kjensle for svakaste ledd i muskelsamspelet i høve kraftutvikling i ei bestemt rørsle. Det viser også behovet for å trene det svakaste leddet for å betre prestasjon. Eit anna moment som underbygger spesifisiteten til testen er at ein nettopp brukar begge armar. Når ein skal utføre tunge bevegelsar i klatring ynskjer ein i størst mogleg grad å bruke begge armar. Det handlar ofte om å utvikle maksimalkraft raskt og koordinert. Dette gjer at styrketestar på ein arm slik Balas (2014) gjennomførte sine fingerstyrketestar, gjerne er mindre klatrespesifikt. Alle dei tre målingane viste god korrelasjon til klatrenivå. Relativ PF og relativ isoF hadde signifikant korrelasjon. RFD hadde noko lavare korrelasjon ($r = 0,61$) men den var også signifikant i høve klatrenivå. Å måle RFD kan til ei viss grad

samanliknast med tidlegare studiar «arm-jump test». I arm jump test vil fingerstyrke i lita grad bli testa og vere nokon faktor av betydning. Den måler eksplosivitet i armene og kor høgt ein greier å «hoppe» frå ein hengande posisjon på to gode klatregrep der ein får fingrane ned på baksida (Laffaye et al., 2014). Laffaye (2014) fikk god korrelasjon med denne testen i høve klatrenivå ($r = 0,7$). Ei tydeleg slutning ein kan trekke er at finger og armstyrke er ein viktig eigenskap hos klatrarar. Kraftmålingane PF, isoF og RFD viste seg altså å ha signifikant korrelasjon i høve klatrenivå. Dersom ein ser totalbildet med desse spesifikke testane og kombinerer med klatreerfaring kan ein i stor grad sei noko om klatrenivået. Ein føreset då at lenger erfaring gjev betre teknikk, men dette har ikkje vore tema i denne studien.

Ut frå resultatane i denne maksimalstyrketesten kan vi sjå eit mønster i prestasjonsauke for kvart nivå i dei ulike testane. I testane fingerheng, rel. PF, rel. isoF og RFD ser ein meir enn ei dobling av verdiane frå lower grade til intermediate. Dette er kanskje ikkje så overraskande då det erfaringsmessig er sjeldan at personar i lower grade driv systematisk trening for klatring. Frå intermediate til advanced var det i gjennomsnitt for desse testane 67,5% auke. Frå advanced til elite er det ein mindre auke. Mykje av dette kan nok forklarast med få FP i elite, og alle desse var så vidt over streken for dette nivået. Med fleire FP som også var i øvre del av elite nivået, ville vi truleg sett ein større auke. Også til higher elite er det grunn til å tru at ein vil få ein markert auke. På sosiale mediar vert det jevnt og trutt publisert film og bileter av klatrarar i verdstoppen som gjer kroppsheving på ein arm på treningslister eller etter ein finger med større belastning enn kroppsvekt. Når Magnus Midtbø gjer «spenstopp» på ein arm (This is where I spent most of my youth. It's good to..., 2015) eller gjer kroppsheving på ein finger med 12,5 kg i tillegg til kroppsvekt (My heaviest one finger chin-up to date! +12,5 kilos, 2015), viser det store krav til muskelstyrke på for å vere i verdstoppen. Det same viser Alex Megos når han heng etter ein arm på 20 mm list med 24 kg lodd i andre armen (Yes!!! The highlight of my training session in the basement of doom!!, 2015). Begge desse representerer nivået higher elite. Ein kan ut frå slike bilder anta at kravet til auka kraftutvikling ikkje flatar ut i særleg grad frå elite til higher elite heller.

I tidlegare studiar har det vore brukt ein test kalla «bent arm hang». I den testen har det blitt målt kor lenge klatrarar kan henge på ei list med bøygde armar (Balas et al., 2012). Utfordinga med denne er at det ikkje er ein god styrketest, på linje med fingerheng. Det vert ein styrketest for dei på lavt nivå, medan på høgare nivå vert det ein test i muskulært uthald. Muskulært uthald er vanleg å teste på 40-70% av 1RM (Raastad et al., 2010). Klatrarar på elite nivå kan henge på 1 arm på 23 mm trelist (Balas et al., 2014). Derfor kan ein sei at

testane fingerheng og bent arm heng ikkje er gode styrketestar då dei foregår på om lag 50% motstand for eliteutøvarar (Raastad et al., 2010). Finger-/armstyrke testen som vart gjort i denne studien med bruk av kraftcelle, viste seg altså å vere ein god og nøyaktig måte å måle nettopp muskelstyrke. Den er enkel å gjenskape med stor nøyaktigheit, og måler sentrale klatrespesifikke fysiske eigenskapar med god reliabilitet. Validiteten vurderast også til å vere betre enn i «bent arm hang» testen i høve klatrespesifikk styrke.

6.2 Gripestyrke

Gripestyrke, målt med handdynamometer, har vore den vanlegaste måten å måle fingerstyrke på (Watts et al., 2008). Kritikken til denne testen er at den ikkje er klatrespesifikk nok (Watts et al., 2008). Mine funn indikerer også dette. Vi ser faktisk at gjennomsnittleg relativ gripestyrke går ned frå nivået advanced til elite. Testen vart utført på ein slik måte at handdynamometeret belasta midtre phalanx når PIP leddet var flektert 90-100°. Korrelasjonen til klatrenivå ($r=0,34$) var ikkje signifikant. Balas et al. (2012) fann derimot ein god korrelasjon mellom gripestyrke og klatrenivå ($r=0,7$). Det som er verdt å merke seg er at i studien til Balas et al. (2012) vart handdynamometeret justert til å nå til distale phalanx på ringfinger. Dette gjer truleg testen noko meir klatrespesifikk. I denne studien ser vi at FP kunne utvikle meir kraft på midtre phalanx enn Balas sitt utval kunne på distale phalanx. Samtidig er det grunn til å tru at gripestyrke på midtre phalanx har mindre å sei for klatrenivå. Denne type gripestyrke utviklar ein kanskje like godt gjennom generell styrketrening med frivekter, som klatrespesifikk trening. Når ein kjem ut på distale phalanx ser det ut til å vere betre samanheng slik Balas et al. (2012) viser. Dette viser viktigheita av både idrettsspesifikk trening og testing.

6.3 Muskelverrsnitt

Kraftutvikling i ein muskel heng saman med tjukkelse av muskelen (Miller et al., 1993). Det har vore vist betydeleg adaptasjon på sener, ringband og fingerledd etter mange år med klatring (Schreiber et al., 2015). Difor meinte vi at ein burde finne tilsvarende adaptasjon i muskulaturen. Funnet i denne studien var at det faktiske muskeltverrsnittet gjekk ned frå gruppa advanced til elite. Når tverrsnittet vart justert for kroppsvekt ser vi derimot at det er ein auke i muskeltverrsnitt pr. kg. kroppsvekt for kvart nivå, men korrelasjonen til klatrenivå var ikkje signifikant. MacLeod et al., (2007) fann at omkretsen på underarm er om lag lik hos både klatrarar og ikkje-klatrarar, men hos klatrarar er den signifikant større i høve kroppsvekt. Når ein måler omkretsen av underarm vil ein jo få med også anna muskulatur enn kun

fingerfleksorane. Dette har kanskje noko for seg, då antagonistar også spelar ei rolle for kraftutvikling. I klatring vil antagonistane til fingerfleksorane spesielt ha betydning for krimpegrepet. Ved bruk av krimpegrepet vil vinkelen i handleddet ha mykje å sei for kor stor kraft ein kan utvikle (Amca et al., 2012). Dette bidraget er det primært finger extensorane som står for. Ei svakheit ved å måle omkrets er at ein då ikkje vil kunne skilje om det er underhudsfett, muskulatur eller skjelett som utgjer tverrsnittet. Kanskje er variasjon i bidraget til omkretsen frå desse faktorane så liten at det har lita betydning. Uansett vil det gje eit meir nøyaktig bilde å måle kun muskulaturen.

Kan ei forklaring på at muskulaturen i lita grad vert tjukkare på høgare nivå ha med typen muskelarbeid den utfører å gjere? Slik det har vore peika på (Balas et al., 2014; Watts et al., 2008) er det typisk i klatresituasjonen at ein grip eit klatretak for så å belaste det med kroppsvekt. Det er i lita grad nokon dynamisk kontraksjon. Det er meir statisk-eksentrisk muskelarbeid. Kanskje har dette noko å sei for utvikling av muskeltverrsnittet? I tillegg har ein adaptasjonane i sener og ringband. Klatrarar kan motstå ei stor kraftauke i fingertuppene utan at ein kan måle same auke i konsentrisk muskelarbeid samanlikna med ikkje-klatrarar (Schweizer, 2001). På grunn av denne «gratis» krafta i form av friksjon, spesielt i krimpegrepet, treng kanskje ikkje muskelen utvikle seg proposjonalt med kraftbehovet. TCM, friksjonsmekanismen i FDP sener og A2 ringbandet, har vore målt at står for 9,1 % av kraftbidraget ved isometrisk eller eksentrisk muskelarbeid med PIP leddet flektert 90° (Schweizer et al., 2003; Walbeehm & McGrouther 1995). Dette kraftbidraget frå friksjon er betydeleg. Kanskje dette er ein del av forklaringa på at forskjellen i muskeltverrsnitt i fingerfleksorane på godt trente og utrente personar ikkje er større.

Sjølv om samanhengen mellom relativt muskeltverrsnitt og klatrenivå ikkje var signifikant, er det interessant å sjå på samanhengen med dei andre fysiske testane. Her finn vi at det er signifikant korrelasjon mellom relativt muskeltverrsnitt og fingerheng ($r = 0,56$), relativ PF ($r = 0,57$), relativ isoF ($r = 0,66$) og relativ gripestyrke ($r = 0,68$). Kun RFD var ikkje signifikant ($r = 0,25$). Kvifor RFD skil seg ut er vanskeleg å sei. Kanskje ville dette sett annleis ut dersom FP primært var utøvarar i buldring. Ut frå dette ser det ut til at det også i klatring er gjeldande at relativt muskeltverrsnitt har betydning for kraftutvikling.

6.4 Fingerheng

Fingerheng viser ein god korrelasjon med klatrenivå ($r = 0,83$). Dette samsvarer i stor grad med tidlegare studiar som fikk $r = 0,87$ (Balas et al., 2012). I kva grad denne testen er ein styrketest eller ein test av muskulært uthald er avhengig av nivå då vi ser at det er stort spenn i hengtids. Her blir diskusjonen den same som rundt bent arm hang testen i avsnitt 5.1. Kortaste hengtids var 12 sek, og lengste 101 sek.

6.5 Ultralyd

I denne studien fann vi at det lot seg gjere å måle det totalte muskeltverrsnittet av FDS og FDP med ultralyd med god reliabilitet. Det vart også forsøkt å måle tverrsnittet av kvar enkelt muskel. Målingane vart så varierende og usikre at desse resultatane vart forkasta. Det kunne virke som at muskelfasiane låg litt ulikt frå person til person, og gjorde det vanskeleg å gjere reliable målingar. Det totale tverrsnittet lot seg måle på ein enkel og reliabel måte frå ytterste muskelfasie av FDS til Ulna.

6.6 Kroppssamansetning

Når det gjeld kroppssamansetning ser vi same trend som tidlegare studiar. Karakteristiske trekk ved klatrarar har vore lav kroppshøgde, lav kroppsvekt og lav fettprosent (Tomaszewski et al., 2011; Sheel, 2004; Watts et al., 2003; Watts et al., 1993). Med auka prestasjonsnivå synk ofte kroppsvekt og kroppsfett. Dette er ikkje overraskande då vanskeleg klatring ofte foregår i brattare terreng enn lett klatring. I brattare/veldig overhengande terreng vert kraftbidraget og belastninga på beina mindre enn i slakare terreng. Derfor vert kroppsvekt ein sentral faktor sidan bratt klatring set så store krav til stryke i overkropp (Balas et al., 2012).

6.7 Svakheiter ved studien og vegen vidare

Denne studien vart gjennomført med 20 forsøkspersonar. Det viste seg å verte noko skeivheit i fordelinga på dei ulike klatrenivå. I gruppa lower grade og elite burde det vore fleire FP for å ha eit godt statistisk grunnlag. Det skulle også vore FP i gruppa higher elite. Desse er det ganske få av i Norge, så her var det praktisk vanskeleg å få tak i FP. Det kan sjåast som ei svakheit at det ikkje vart gjort tilvenningstest. Dette valet vart gjort både av praktiske hensyn og i høve testane sin kompleksitet. Vurderinga var at testane var så enkle, motorisk sett, at det ville ha lite eller ingenting å bety.

Testlista som vart brukt er ei list som er i kommersielt sal, og som er veldig vanleg å bruke i trenings samanheng. FP ville derfor vere kjent med den, eller tilsvarande list, frå før. Øvingane var også veldig enkle motorisk, og det vart vurdert til at FP ville ha liten læringsverdi av ein tilvenningstest. Testen av gripestyrke er også ein veldig enkel test, som vart vurdert til at tilvenningstest var unødvendig.

Ei anna svakheit var at eg som testledar var relativt fersk i bruk av ultralydapparat. Det vart forsøkt å måle tverrsnitt av både FDS og FDP. Det er ikkje kjent for meg at dette har vore gjort tidlegare i klatrestudier. Det viste seg undervegs i testinga at målingane på enkeltmusklane vart så varierende, at det vart beslutta å forkaste desse. Målingane av totalt tverrsnitt av FDS+FDP var derimot gode og reliable, og har blitt brukt.

Vidare vil det vere interessant å teste eit større utval på alle nivå i finger-/armstyrke testen. Spesielt vil det vere behov for fleire i gruppene lower grade, elite og higher elite. Då vil ein få eit større talmateriale for å kunne lage betre statistikk. Vegen vil ikkje nødvendigvis vere så lang før ein kan definere arbeidskrav for ulike nivå i maksstyrketesten og fingerheng. Det er også interessant å fortsette å måle muskeltverrsnitt på større utval med ultralyd. Kanskje burde ein forsøke å finne ein målemetode der ein betre kan måle FDS og FDP kvar for seg på ein reliabel måte. Personar med lang erfaring med ultralyd vil kanskje også kunne måle fibervinklar på FDS og FDP. Slik kunnskap vil truleg ikkje ha stor betydning for praktisk treningsarbeid. Det kan likevel gje betre innsikt og forståing av eventuelle fysiologiske adaptasjonar som følgje av trening.

7.0 Konklusjon

Hensikta med denne studien var å utvikle ein enkel, reliabel og valid styrketest som kan inngå i eit testbatteri for aktive sportsklatrarar. Det var også eit mål å sjå på samanhengene mellom muskelstyrke, muskeltverrsnitt og klatrenivå.

Isometrisk styrketest på 23 mm trelist i kombinasjon med kraftcelle er ein godt eigna test for å måle finger-/armstyrke. Dette er ein reliabel og enkel test som kan inngå i eit testbatteri for klatrarar. Frå kraftcella vart det henta 3 ulike målingar, PF, isoF og RFD. Alle desse hadde signifikant korrelasjon til klatrenivå. Testen vurderast til å ha god validitet. Det at testen er såpass enkel, og måler heilt sentrale eigenskapar nøyaktig og reliabelt, gjer den svært aktuell for å faktisk bli tatt i bruk i treningsarbeidet til utøvarar.

Fingerheng hadde signifikant korrelasjon til klatrenivå slik andre studiar også har vist. Dette er ein enkel test som kan inngå i eit testbatteri for å måle muskulært uthald i underarmene hos aktive sportsklatrarar. Relativ gripestyrke hadde ikkje signifikant korrelasjon til klatrenivå. Måling av gripestyrke med hand dynamometer er ikkje ein viktig test for sportsklatrarar.

Ultralyd er ein reliabel metode for måling av totalt muskeltverrsnitt på FDS+FDP. Relativt muskeltverrsnitt hadde signifikant korrelasjon til alle dei fysiske testane, utanom RFD. Muskeltverrsnitt hadde heller ingen signifikant korrelasjon til klatrenivå. Muskeltverrsnittet har altså noko å sei for muskelstyrken, men ikkje nødvendigvis for klatreprestasjon. Kroppssamansetning på FP på ulike klatrenivå i studien samsvarer med funn i tilsvarende studiar tidlegare.

Referansar

Aadland, E., Andersen, J.R., Anderssen, S.A., & Kvalheim, O.M. (2013) Physical Activity versus Sedentary Behavior: Associations with Lipoprotein Particle Subclass Concentrations in Healthy Adults. *PLoS ONE* 8(12): e85223. doi:10.1371/journal.pone.0085223

Amca, A.M., Vigouroux, L., Aritan, S., & Berton, E., (2012) Effect of hold depth and grip technique on maximal finger forces in rock climbing. *Journal of Sports Sciences*, 30(7): 669-677

Baláš, J., Mrskoč, J., Panáčková, M., & Draper, N. (2014). Sport-specific finger flexor strength assessment using electronic scales in sport climbers. *Sports Technology*, 7:3-4, 151-158

Baláš, J., Pecha, O., Martin, A.J., & Crochane, D. (2012). Hand-arm strength and endurance as predictors of climbing performance. *European Journal of Sports Science*, 12(1): 16-25

Befring, E., (2007). *Forskningsmetode med etikk og statistikk*. Oslo: Det Norske Samlaget.

Council of Europe. Committee of Experts on Sports Research. (1993) *Eurofit: handbook for the Eurofit test on physical fitness*. Strasbourg: Council of Europe.

Draper, N., Canalejo, J.C., Fryer, S., Dickson, T., Winter, D., Ellis, G., Hamlin, M., Shearman, J., & North, C. (2011a). Reporting climbing grades and grouping categories for rock climbing. *Isokinetics and Exercise Science* 19 (2011) 273-280

Draper, N., Dickson, T., Blackwell, G., Fryer, S., Priestley, S., Winter, D., & Ellis, G. (2011b). Self-reported ability assessment in rock climbing. *Journal of Sports Science*, May 2011; 29(8): 851-858

Legerlotz, K., Smith, H.K., & Hing, W.A. (2010). Variation and reliability of ultrasonographic quantification of the architecture of the medial gastrocnemius muscle in young children. *Scandinavian Society of Clinical Physiology and Nuclear Medicine*, 30, 3, 198-205

Lopez-Rivera, E., & Gonzalez-Badillo, J.J. (2012). The effect of two maximum grip strength training methods using the same effort duration and different edge depth on grip endurance in elite climbers. *Sports Technology*, August-November 2012; 5(3-4): 100-110

Laffaye, G., Collin, J.M., Levernier, G., Padulo, J., (2014). Upper-limb power test in rock-climbing". *International Journal of Sports Medicine*, 35(8):670-5

Laffaye, G., Levernier, G. & Collin, J.-M. (2015). Determinant factors in climbing ability: Influence of strength, antropometry, and neuromuscular fatigue. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, SMS12558

Lysø, K. O., (2010) *Sannsynlighetsregning og statistisk metodelære*. 1. utgave, 3. opplag. Bergen: Caspar Forlag.

MacLeod, D., Sutherland, D.L., Buntin, L., Whitaker, A., Aitchison, T., Watt, I., Bradley, J. & Grant, S. (2007). Physiological determinants of climbing-specific finger endurance and sport rock climbing performance. *Journal of Sports Science*, October, 25(12): 1433-1443.

Miller, A.E.J., MacDougall, J.D., Tarnopolsky, M., & Sale, D.G. (1993). Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 03/1993; 66(3):254-62.

My heaviest one finger chin-up to date! +12,5 kilos (2015). [Videoklipp]. Henta frå <https://www.instagram.com/p/-Ym2mYouBM/>

Norsk samfunnsvitenskaplige datatjeneste (2015). *Skal det registreres personopplysninger?* Henta 05.11.2015 frå <http://www.nsd.uib.no/personvern/meldeplikt/meldeplikttest>

Raastad, K., Paulsen, G., Refsnes, P. E., Rønnestad, B. R. & Wisnes, A. R. (2010). *Styrketrening – i teori og praksis*. 1.utgåve, 1. opplag. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.

Schreiber, T., Allenspach, P., Seifert, B., Schweizer, A., (2015). Connective tissue adaptations in the fingers of performance sport climbers. *European Journal Sports Science*, 2015 12: 1-7.

Schweizer, A. (2001). Biomechanical properties of the crimp grip position in rock climbers. *Journal of Biomechanics*, 34, 217-223.

Schweizer, A., Frank, O., Ochsner, P.E., & Jacob, H.A.C., (2003). Friction between human finger flexor tendons and pulleys at high loads. *Journal of Biomechanics*, 36, 63-71.

Sheel, A.W. (2004). Physiology of sport rock climbing. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 355-359

This is where I spent most of my youth. It's good to... (2015) [Videoklipp]. Henta frå: <https://www.instagram.com/p/EaUhAouFY/>

Tomaszewski, P., Gajewski, J. & Lewandowska, J. (2011). Somatic Profile of Competitive Sport Climbers. *Journal of Human Kinetics*, vol. 29, 107-113

Walbeehm, E.T. & McGrouther, D.A., (1995). An anatomical study of the mechanical interactions of flexor digitorum superficialis and profundus and the flexor tendon sheath in zone 2. *Journal of Hand Surgery*. 20B, 269-280.

Watts, P.B., Jensen, R.L., Gannon, E., Kobeinia, R., Maynard, J., Sansom, J., (2008). Forearm EMG during rock climbing differs from EMG during handgrip dynamometry. *International Journal of Exercise Science*, 1, 4-13.

Watts, P.B., Joubert, L.M., Lish, A.K., Mast, J.D., Wilkins, B. (2003). Anthropometry of young competitive sport rock climbers. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 420-424

Watts P.B., Martin D.T., & Durtschi S. (1993). Anthropometric profiles of elite male and female sport rock climbers. *Journal of Sports Science*, 11, 113-117.

Yes!!! The highlight of my training session in the basement of doom!! (2015) [Videoklipp]. Henta frå: <https://www.instagram.com/p/5h5PyOyG0T/>

Vedlegg 1

Testprosedyre

Bacheloroppgåve Jarle Kalland

1. Intervju; Navn, alder, antal år klatreerfaring, fastsette klatrenivå og fastsette treningsbakgrunn/grunnlag siste året
2. Måle muskeltverrsnitt M. flexor digitorum superficialis og M. flexor digitorum profundus ved hjelp av ultralyd apparat.
 - a. Måle avstanden frå mediale epikondyle på Ulna til distale epikondyle på Ulna
 - b. Trekke rett linje mellom målepunkta langs hudoverflata
 - c. Målepunkt er 40% av totalavstand, målt frå mediale epikondyle.
 - d. Bilde vert tatt i 20-30 graders vinkel i høve horisontalplanet utan press mot huda
 - e. Bilde vert tatt med heilt avslappa muskulatur, fingrar i avslappa posisjon
 - f. Underarmen kviler på bord med dorsalsida vendt ned mot bordet
 - g. Tar 5 bilder, stryk høgste og lavaste måling, bruker gj.snittet av 3 målingar
3. Måling av kroppssamansetning foregår jmf. brukarvegledning for Tanita MC 180
4. Testperson får ca 15 min fritt disponert til oppvarming.
5. Måling av kraftutvikling med hand dynamometer
 - a. Stå i normal posisjon, armene heng rett ned, og berører ikkje kroppen
 - b. Dynamometer justerast slik at det når midtre phalang og PIP leddet har 90-100 grader vinkel. Ingen andre bevegelser enn i fingrane.
 - c. Måle max kraftutvikling i dominant hand, inntil 3 forsøk, bruker beste resultat
6. Måling av max kraftutvikling i kroppshev på 23 mm brei og 43 cm lang trelist med avrunda kant som heng på vertikal plate og er vinkelrett på plata.
 - a. Belte rundt hoftekam vert festa med justerbar statisk stropp mot fast punkt i golvet, kraftsensor koplatt mellom stropp og fastpunkt.
 - b. Lengda på stroppen justerast slik at testperson har 90 grader i albogeleddet når han gjer ein kroppsheving på lista, og drar med 5-10 kg i kraftsensor
 - c. Gjennomføring:
 - i. testperson legg fingrane på lista, utan bruk av tommel
 - ii. hever kroppen til stoppa er stram
 - iii. testleder tel ned 3-2-1-køyr!
 - iv. testperson drar til max så raskt som mogleg og held maxkraft i 3-4 sekund
 - v. 3 min pause
 - vi. Bruker beste resultat av 3 forsøk
7. Hengetid på list
 - a. 5 min pause etter førre test
 - b. Monterer fingrane på list utan å bruke tommel
 - c. Strake armar
 - d. Starter tid når testperson løfter føttene frå golvet
 - e. Testleder tek tida, og testperson heng til utmattelse/mister grepet
 - f. Sekundering for kvart 10.sek, kvart 5.sek mot slutten.

Vedlegg 2

Tabellen viser utdrag av Draper (2011) sin gruppering og konverteringstabell.

	Fransk sport	Ewbank	Norsk	UIAA
Lower grade (Level 1)	2	10	2	II
	2+	11	2+	III
	3-	12	3-	IV
	3	13	3	IV+
	3+	14	3+	V
	4	15	4	V+
	4+	16	4+	VI-
Intermediate (Level 2)	5	17	5	VI
	5+	18	5+	VI+
	6a	19	6-	VII-
	6a+	20	6	VII
	6b	21	6	VII
	6b+	22	6+	VII+
	6c	23	7-	VIII-
Advanced (Level 3)	6c+	23	7	VIII-
	7a	23	7+	VIII
	7a+	24	7+/8-	VIII+
	7b	25	8-	IX-
	7b+	26	8	IX-
	7c	27	8/8+	IX
Elite (Level 4)	7c+	28	8+	IX+
	8a	29	9-	X-
	8a+	30	9-/9	X-
	8b	31	9	X
	8b+	32	9/9+	X+
Higher Elite (Level 5)	8c	33	9+	XI-
	8c+	34		XI
	9a	35		XI+
	9a+	36		XI+
	9b	37		XII-
	9b+	38		XII