

Mastergradsoppgave

Trege styrkeløftere og kjappe vektløftere – realitet eller myte?

Arve Eugen Røtting

Høgskolen i Nord-Trøndelag
Levanger

Mai 2009



FULLMAKTSERKLÆRING – MASTERAVHANDLING

Norsk tittel: **Trege styrkeløftere og kjappe vektløftere – realitet eller myte?**

Engelsk tittel: **Slow powerlifters and fast weightlifters – reality or myth?**

Sett ett kryss:

- Jeg ønsker at min avhandling skal være allment tilgjengelig
- Min avhandling må bare lånes ut etter samtykke i hvert enkelt tilfelle
- Min avhandling inneholder taushetsbelagte opplysninger og er derfor ikke tilgjengelig for andre

Dato: _____

Navn: _____

Abstract: Slow powerlifters and fast weightlifters – reality or myth?

A E. Røtting

Nord-Trøndelag University College

The purpose of this study was to explore the widely spread opinion that powerlifters are slower in their movements than weightlifters. This was investigated in an experiment where 5 male weightlifters and 5 male powerlifters, all competing at a national level, were tested in two different strength exercises, squat and incline bench press. The test procedure required the subjects to do single reps for 10 sets in both exercises, using a workload from very light in the first set, 10 % of the subjects estimated 1RM until they by an increase of 10% of 1RM for each set, ended up doing their 10th set with maximum load. The subjects were told to do each rep as fast as possible. The tests were conducted twice, with one week break between tests. During the test a) time to peak force (TPF) and, b) time to peak velocity (TPV) were measured. Also the interval between TPF and TPV was calculated and evaluated. The equipment used for measuring TPF and TPV was an accelerometer attached to the bar and connected to a computer.

The results show that the powerlifters were able to reach TPF and TPV faster than the weightlifters. It also shows that TPF-TPV was shorter for powerlifters than weightlifters. This indicates that it is not obvious that weightlifters are faster in their movements than powerlifters when tested on the same tasks. These results can be interpreted to show the opposite of what was expected. On the other hand, TPF-TPV interval was longer for the weightlifters, i.e. they had a longer and sustained acceleration period after the peak force was achieved. This could mean that weightlifters might reach a higher velocity than the powerlifters, despite that they seemingly had a slower start. This conclusion, however, must be confirmed by further studies, as the present data do not allow analyses of the velocity of the movements. This study, might contribute to a new understanding of the difference in power expected between the two groups.

Keywords: Strength, weightlifting, powerlifting, time to peak force and time to peak velocity.

Sammendrag: Trege styrkeløftere og kjappe vektløftere – realitet eller myte?

A E. Røtting

Høgskolen i Nord Trøndelag

Formålet med denne studien var å utforske den allmenne oppfatningen om at styrkeløftere er langsommere i sine bevegelser enn hva vektløftere er. Dette ble undersøkt med et eksperiment hvor 5 mannlige vektløftere og 5 mannlige styrkeløftere, alle utøvere på nasjonalt nivå, ble testet i to forskjellige styrkeøvelser, knebøy og skrå benkpress. Ut i fra testprosedyrene skulle forsøkspersonene utføre 10 serier med single reps i begge øvelser med en belastning fra veldig lett i første sett, 10 % av forsøkspersonenes estimerte 1RM inntil de etter en økning med 10 % av 1RM for hvert sett, endte opp med å utføre det tiende settet med maksimal belastning. Forsøkspersonene ble bedt om å utføre hver repetisjon så hurtig som mulig. Testene ble utført to ganger med en ukes pause mellom testene. Under testen ble a) time to peak force (TPF) og, b) time to peak velocity (TPV) målt. Intervallet mellom TPF og TPV ble også kalkulert og evaluert. Utstyret som ble brukt for å måle TPF og TPV var et akselerometer som var festet til vektstanga og koblet til en pc.

Resultatene viste at styrkeløfterne var i stand til å nå TPF og TPV raskere enn hva vektløfterne gjorde. Resultatene viste også at TPF-TPV var kortere for styrkeløftere enn hva det var for vektløftere. Dette indikerer at det ikke er opplagt at vektløftere er raskere enn styrkeløftere når de testetes i de samme øvelsene. Resultatene kan derfor tolkes slik at de viser det motsatte av det som var forventet. Resultatene viste også at TPF-TPV var kortere for styrkeløftere enn hva det var for vektløftere. Dette betyr at den høyere hastighet som var forventet av vektløfterne ikke kan forklares med en kortere TPF, men en lengre akselerasjonsperiode etter at TPF var oppnådd. Intervallet TPF-TPV var lengre for vektløfterne, dette betyr at de hadde en lengre akselerasjonsperiode enn hva styrkeløfterne hadde etter at topp kraft var oppnådd. Den forlengede akselerasjonsperioden som vektløfterne hadde kan bety at de ville oppnå større hastighet enn hva styrkeløfterne hadde til tross for at de hadde en langsommere start. Denne konklusjonen bør bekreftes av framtidige studier pga at de foreliggende data ikke tillater analyser av hastighet i disse øvelsene. Resultatene kan gi en ny forståelse for forskjellene i power som er forventet å finnes mellom disse to gruppene.

Nøkkelord: Styrke, vektløfting, styrkeløft, time to peak force og time to peak velocity.

Innledning

I mange idretter er kombinasjonen av kraft og hastighet avgjørende for prestasjonene. Her kan nevnes idretter som sprint, kulestøt, og kampsport som for eksempel boksing, kick boksing og karate. Som et supplement har det vært allment akseptert at trening med vekter bidrar til å forbedre prestasjonene i de ulike idrettene. Prinsippet bak styrketrening når det gjelder eksplosive idretter er at de eksplosive øvelsene som f. eks frivending, en typisk vektløfterøvelse, kjøres først i styrketreningsprogrammet. Deretter trenes de tyngre styrkeøvelsene hvor hastigheten i løftet ikke er det sentrale som f. eks knebøy, benkpress og markløft. Denne måten å trene på blir også påpekt av og argumentert for av Marandino (1999).

Samtidig er det slik at mange utøvere tillemper ulike former for styrketrening. Klausen (1993) peker på at avhengig av treningsformen, dvs. repetisjoner, belastning ift 1RM (1 repetisjon maksimum) og hastigheten på bevegelsene, får en ulike effekter av styrketrening.

En kan skille mellom trening som har vært typisk for tre grupper innen kraft og styrke idrett, kroppsbyggere, styrkeløftere og vektløftere.

Selv om treningen blant dagens kroppsbyggere ikke er så ensidig som den kanskje en gang var, så har kroppsbyggere, tradisjonelt sett, trent med "lav" belastning og mange repetisjoner. Belastningen på de enkelte muskler og/eller muskelgrupper har ofte blitt utført med såkalte isolasjonsøvelser hvor målet har vært å trene en spesifikk muskel, som f. eks biceps, ved hjelp av konsentrasjonsøvelser (Rytter 1993).

Styrkeløfterne har trent med tunge vekter og relativt få repetisjoner. I styrkeløft fokuseres det også på trening av de store muskelgruppene ved hjelp av basisøvelsene knebøy, benkpress og markløft. Hastigheten på løftene hos en styrkeløfter er lav sammenliknet med løftene hos en vektløfter (McBride et al. 1999).

Vektløftere har typisk fokusert på å øke kombinasjonen av kraft og hastighet, dvs. power, i sin trening. Øvelsene rykk og støt som det konkurreres i utføres med relativt få repetisjoner, men flere antall serier. Det brukes få repetisjoner slik at det skal være mulig å kunne opprettholde optimal hastighet ved hvert løft, noe som er avgjørende for teknikken i løftet (Gerhammer & Takano 2003).

Klausen (1993) hevder at disse treningsregimene fører til at kroppsbyggerne ofte får stor muskelmasse med god blodforsyning. Hypertrofi for denne gruppen virker både på type I, IIA og type IIX fiber. En av konsekvensene av dette er bedret muskulær utholdenhet, bl.a. på grunn av et godt utviklet kapillærnettverk, økning i antall mitokondrier samt større intracellulært væsknivå (Rippetoe & Kilgore 2007).

Styrkeløfterne utvikler typisk evnen til å utvikle stor kraft, men har lav hastighet på løftet. På grunn av det lave repetisjonsantallet som styrkeløftere benytter seg av, vil de i liten grad belaste type I fibre. Dette kommer blant annet av at dette er oksidative fibre og hvor behovet for oksygen for oppbygging av ATP som energi ikke er tilstede ved arbeid av så kort varighet. De vil i større grad belaste type IIA fibre som også blir referert til som raske oksidative fibre (Kjær, Kalimo & Saltin 2003; Rippetoe & Kilgore 2007).

Det som er karakteristisk for vektløfternes trening er at volumet på treningen er mindre og den totale tiden som musklene belastes under en treningsøkt er mindre enn hos styrkeløftere. Det spekuleres derfor i om treningsvolumet og tiden det tar for hver muskelkontraksjon, ikke er tilstrekkelig for å kunne stimulere til strukturelle muskulære forandringer i like stor grad som hos styrkeløftere og kroppsbyggere. Tidligere studier som har vært gjort på vektløfting har ofte satt fokus på de nevrale forandringer som skjer hos en vektløfter ved hjelp av EMG målinger (Hakkinen, Kauhanen & Komi 1986; Kyrolainen et al. 2005).

Selv om både styrkeløft, vektløfting og kroppsbygging er klassifisert som styrke - og kraftidretter, representeres likevel disse tre grenene forskjellig når det kommer til konkurranse og som nevnt også treningsform. I styrkeløft og vektløfting består treninga i hovedsak av et lite antall repetisjoner ved trening, men hastigheten på bevegelsene i konkurranseløftene er vidt forskjellig. I kroppsbygging er repetisjonsantallet ofte noe høyere og hastigheten på kontraksjonene er lav. Selv om det blir brukt en del forskjellige øvelser i alle disse grenene ved trening, er det i vektløfting og styrkeløft bare en håndfull øvelser det konkurreres i. Knebøy, benkpress og markløft er de øvelsene som brukes i styrkeløft konkurranser, og hvor utøverens resultater bestemmes av det sammenlagte antall kilo som blir løftet i disse tre øvelsene (Wilson 2000). I vektløfting bestemmes resultatet av det sammenlagte resultatet i to øvelser, rykk og støt (Gerhammer & Takano 2003). I kroppsbygging derimot brukes vekttrening kun som et verktøy for å utvikle en muskulær og symmetrisk fysikk (Schwarzenegger 1984). Selv om rykk og støt er det som danner rammen for vektløfting, er

det også kjent at vektløftere delvis også benytter seg av øvelser som inkluderer stor kraft og lav hastighet ved trening. Dette kan blant annet være knebøy, noe som er en typisk styrkeløftøvelse (Wretenberg, Feng & Arborelius 1996; Rippetoe & Kilgore 2005). Siden vektløftere inkluderer en slik øvelse i sitt treningsregime, vil man også naturlig kunne tenke seg at styrkeløftere benytter seg av typiske vektløfterøvelser hvor høy kraft og stor hastighet er det mest essensielle. Dette er imidlertid ikke tilfelle på grunn av at styrkeløfttrening i følge McBride et al. (1999) i stor grad involverer det som blir referert til som mere langsomme muskelfibre, type IIA, også kalt raske oksidative fibre (Kjær, Kalimo & Saltin 2003). Dette er en type fiber som har egenskaper både fra type I og type IIX (ibid.). Likevel vil også type I som er nesten utelukkende en oksidativ fiber og type IIX som er en glykolytisk, til en viss grad aktiveres ved denne typen trening (Fitts & Widrick 1996).

Andelen av de forskjellige muskelfibertyper hos et individ blir av Andersen og Aagaard (2006) beskrevet som sentrale fysiologiske faktorer i forhold til hastighet og kraft, hvor en dominans av type IIA og IIX vil resultere i større kraft og hastighet (Aagaard & Thorstenson 2003). Muskelfibertypene skiller seg fra hverandre ut i fra strukturelle, metabolske, molekylære og kontraktile egenskaper og de blir beskrevet av Malisoux, Francaux og Theisen (2007), ved at de langsomme fibertypene blir brukt ved langsomme og repeterende kontraksjoner, mens de raske fibre er mer egnet for raske og kraftfulle kontraksjoner over kort tid. Mengden av type IIX fibre vil derfor ha sammenheng med kontraksjonshastigheten. Stor andel type IIX fibre gir raskere kontraksjon av muskelen (Klausen 1993). Type IIX fibre har høy terskelverdi for aktivering, og er dermed avhengig av kraftige og/eller hyppige nerveimpulser for å kunne kontrahere, også kalt spatial og temporal summasjon (Åstrand et al. 2003). Dette betyr da blant annet at selv om det er allment akseptert at en overvekt av type IIX fibre hos en idrettsutøver vil bidra til at det utvikles kraft fortere enn hos en utøver med en mindre andel av type IIX, så vil også rekrutteringsmønsteret av de forskjellige fibertypene være av betydning for hvor raskt kraft kan utvikles (Zatsiorsky 2003). Type IIX fibre blir i følge Fry (2004) omdannet til IIA fibre ved tung styrketrening, og studier foretatt av Staron et al (1994) viser at IIX fibre ble omdannet til type IIA fibre med en andel på 20 til 7 % i løpet av en 4 ukers period hos utrente menn og kvinner. Samtidig så det ut til at hurtigheten på muskelkontraksjonen antageligvis ikke blir påvirket i negativ grad pga at andelen av type IIA vil i stor grad kompensere for tapet av IIX fibre (Staron et al. 1994). Også muskeltverrsnitt blir av Aagaard og Thorstenson (2003) nevnt som en påvirkende faktor i forbindelse med kraft og hastighet. For å rekruttere de raske fibre, samt det å lære en helt

ny løfteteknikk som vektløfting består av, kreves det lang tid med trening hvis man skal kunne automatisere og perfektionere bevegelsene helt. På grunn av dette ser det ut som om styrkeløftere oftest mislykkes i forsøk på å gå over til vektløfting (Wilson 2000). I en studie foretatt av McBride et al.(1999) hvor det blant annet ble sett på både power og hastighet mellom vektløftere, styrkeløftere og sprintere ble det funnet at gruppen med styrkeløftere scoret signifikant lavere enn både vektløftere og sprintere i disse testene. I praksis vil dette si at styrkeløftere genererer styrke for sakte samt at de i følge Wilson (2000), er for lite fleksible til å kunne anvende rykk og støt på en effektiv måte. Til tross for hva flere studier sier viser det seg likevel at det ikke alltid fungerer slik i praksis. Det finnes styrkeløftere som med hell har konvertert fra styrkeløft til vektløfting, blant annet de amerikanske styrkeløfterne Mark Henry og Shane Hammand.

Endringer og nevralt aktivering i musklene blir omtalt som en svært vesentlig faktor i forhold til blant annet kraft og hastighet (Klausen 1993; Åstrand et al. 2003; Fleck & Kraemer 2004). Selv om det er gjort få studier hvor kraft og hastighet har blitt brukt som sammenlikningsgrunnlag mellom både styrkeløftere, vektløftere og kroppsbyggere, viser likevel Hakkinen, Kauhanen og Komi (1986) i en studie hvor det ble satt fokus på spesifikke nevrromuskulære forhold mellom styrkeløftere, vektløftere og kroppsbyggere og hvor disse ble sammenliknet, at det finnes forskjeller. Denne studien viser at det ikke ble funnet noen forskjeller i tid mellom vektløftere og kroppsbyggere ved isometrisk kraftproduksjon. Når det gjelder kraftutvikling i form av raske dynamiske bevegelser derimot, var det gruppen med vektløftere som kunne vise til de beste resultatene. Forklaringsmodellen som var gitt på dette i denne studien var at vektløfterne hadde høyere verdier med maksimal styrke pr. enhet muskelmasse på grunn av at den nevralt aktiveringen av de motoriske enhetene i de respektive musklene var større. Dette støttes også av Cleather (2006), hvor det blir fremholdt at evnen til å rekruttere størst mulig prosentandel av motoriske enheter, vil ha innvirkning på utviklingen av styrke. Andre studier igjen viser at for å kunne oppnå større power ved hjelp av eksplosive bevegelser er den nevralt aktiveringen av musklene mindre klart (McBride et al. 2002).

Biomekaniske forhold må også nevnes som en faktor som kan utgjøre forskjeller mellom styrke - og vektløftere når det gjelder kraft og hastighet. I knebøy er mulighetene for dårlig og eller feilaktig utførelse til stede i større grad enn kanskje i noen annen styrkeøvelse (Rippetoe & Kilgore 2005). På grunn av at styrke og vektløfting er to forskjellige typer kraftidrett, vil

man også finne forskjeller når det gjelder teknikk i måten løftet blir utført på. Dette viser også Wretenberg, Feng og Arborelius (1996) i en studie der det ble sett på forskjeller mellom styrkeløftere og vektløftere i forhold til blant annet teknikk i knebøy. Denne studien viser at et typisk knebøy løft for en styrkeløfter vil være å løfte med stanga langt nede på ryggen, like nedenfor nakkevirvel 7C. Ved et slikt løft aktiveres hoftemuskulatur og rygg maksimalt på grunn av at utøveren vil bli noe framoverlent. For vektløftere derimot ble det demonstrert at de løfter med stanga lengre opp mot nakken. Man kan derfor gå ut i fra at de løfter med stanga liggende over nivå 5/6 cervikalvirvel. Mesteparten av kraften som blir brukt til å utføre løftet vil da komme fra kne ekstensor musklene og løftet da bli utført i en mye mer rett posisjon. Forskjell i løfteteknikk poengteres også av Bostrom (2007), som påpeker at ved å løfte med stanga langt nede på ryggen, fører dette til en biomekanisk fordel. Dette er på grunn av at kraftarmen mellom hoftene og skuldrene blir kortere. Det vil derfor føre til at løftet blir lettere å gjennomføre. Det motsatte vil være tilfellet med stanga liggende høyere opp da det vil bli en lengre kraftarm mellom hofter og skuldre.

I studiene av kraft og hastighetsutvikling har en i utgangspunktet tre forskjellige tilnærminger metodisk til å utføre målinger. På grunn av metodens enkelhet har mange brukt isometriske målinger, dvs. målinger hvor kraften utvikles mot et stasjonært målepunkt, i studier av kraftinnsats og hastighet på kraftutvikling. Dette ble blant annet undersøkt av Aagaard og Thorstenson (2002) hvor *rate of force development* (RFD) ble målt etter at 15 mannlige forsøkspersoner hadde fulgt et styrketreningsprogram over en viss tid. Slike målinger har ofte vist varierende resultater (Haff et al. 2005; Kawamori et al. 2006).

Isokinetiske målinger, dvs målinger hvor bevegelsen har konstant hastighet, er også av metodiske grunner foretrukket av mange, blant annet av Wickiewicz et al. (1984). Problemet med denne typen målinger er imidlertid at hastigheten på muskel kontraksjonene blir kontrollert av testapparatet (ibid.).

Dynamiske kraftmålinger, dvs målinger hvor bevegelsen følger et naturlig forløp ut fra kroppens ulike egenskaper i ulike leddvinkler og posisjoner, er klart det som ligger praktisk idrett og andre arbeidsoppgaver nærmest. I forhold til studier av idrett vil derfor denne tilnærmingen ha større validitet enn de forannevnte og det vil på grunn av dette være mer hensiktsmessig å utføre dynamiske målinger. Det kan for eksempel være av nytte å studere quadriceps musklene da dette er en stor muskelgruppe som ofte benyttes i mange idretter. I

idretter hvor utøveren er avhengig av stor styrke og høy hastighet som f. eks i vektløfting er dette kanskje enda viktigere. Studier av quadriceps og hamstring muskulaturen, har tidligere vært gjort, blant annet av Prietto og Caiazzo (1989) hvor det på ni forsøkspersoner ble sett på hastighets - og styrkeforskjeller målt ut i fra forskjellige vinkler ved ekstensjon og kontraksjon av disse musklene.

Begrepet time to peak force (TPF), blir omtalt og brukt i studier av blant annet Crayton (1991) og Newell og Carlton (1985). TPF blir referert til som tid brukt til å oppnå topp kraft. Likeledes står begrepet time to peak velocity (TPV), brukt blant annet av Miles, Ives og Vincent (1997), som en forklaring på tid til å oppnå topp hastighet. TPF-TPV vil derfor være den tiden det tar fra topp kraft er oppnådd til topp hastighet oppnås. Som nevnt innledningsvis vises det til forskning som er gjort på styrkeløft, vektløfting, kroppsbygging, men også andre idretter som f.eks sprint og hvor det pekes på mulige forskjeller mellom disse grenene når det gjelder hastighet og styrke. I flere av disse studiene framkommer det at vektløftere ofte har evnen til å generere styrke og hastighet raskere enn de øvrige kraftidrettsutøvere. Få eller ingen studier er gjort hvor kroppsbyggere, vektløftere og styrkeløftere har blitt sammenliknet i en og samme studie, og da spesielt med tanke på å skille mellom hastighet og kraft i ett og samme løft. Dette er variabler som kan gi forskjellige resultat og utslag alt etter utøvernes spesifikke styrketreningsbakgrunn. For å kunne stadfeste mulige forskjeller mellom grenene i forhold til de nevnte variabler, er begrepene, TPF, TPV og TPF-TPV funnet mest hensiktsmessig å bruke da de er en nøyaktig beskrivelse av hver enkelt fase under et løft. Hensikten med denne studien var derfor å avdekke om det fantes forskjeller mellom tre grupper som i hovedsak utfører tre forskjellige typer trening. Styrkeløftere med stor kraft og lav hastighet, vektløftere med stor kraft og stor hastighet og kroppsbyggere med lavere kraft og lav hastighet. Spørsmålet som stilles er om disse tre gruppene med hver sin spesifikke treningsform ville vise til forskjellige resultater med tanke på TPF, TPV, og TPF-TPV.

Metode

Forsøkspersoner

Fem mannlige styrkeløftere og fem mannlige vektløftere ble forespurt både skriftlig og muntlig om å ta del i denne undersøkelsen. Forsøkspersonenes alder og antropometriske karakteristika, samt treningsbakgrunn, er vist i Tabell 1 og 2. I henhold til Helsinki deklarasjonen, skrev samtlige av forsøkspersonene under på en erklæring der de sa seg villige til å delta i denne studien. Kravene som stiltes for at disse utøverne skulle kunne få ta del i denne studien var at de i løpet av det siste året hadde deltatt i konkurranser på region- og/eller krets nivå, opp til og med norgesmesterskap samt at de drev med jevnlig og systematisk vektløfter eller styrkeløft trening. Flere av utøverne kunne vise til høye plasseringer i nasjonale konkurranser.

Kroppssbyggerne ble utelatt fra denne studien på grunn av vanskeligheter med rekrutteringen, samt at de få kroppssbyggerne som fantes i nærmiljøet ikke oppfylte kravene til nivå i forhold til konkurranser og treningserfaring innen denne idretten.

Tabell 1 viser alder og antropometriske karakteristika, samt treningsbakgrunn, hos 5 mannlige styrkeløftere. Tabell 2 viser det samme for 5 mannlige vektløftere. Tabellene viser gjennomsnitt (Mean) og standardavvik (SD).

Tabell 1 - Karakteristikker for 5 mannlige styrkeløftere

Karakteristikker	Minimum	Maximum	Mean	SD
Alder, år	19	37	25	7,8
Høyde, cm	173	183	177	4,4
Vekt, kg	77	110	91	12
Antall år trening	4	22	8	7,8
1RM knebøy, kg	122,5	200	162	30,08
1RM skrå benkpress, kg	80	117,5	103	14,07

Tabell 2 - Karakteristikker for 5 mannlige vektløftere

Karakteristikker	Minimum	Maximum	Mean	SD
Alder, år	19	39	26	8,3
Høyde, cm	178	187	182	3,5
Vekt, kg	76	94	86	7,8
Antall år trening	1	23	10	9
1RM knebøy, kg	140	180	160	15,8
1RM skrå benkpress, kg	85	110	96	9,6

Ekperimentelt design

Undersøkelsen ble gjennomført som et to-gruppe design, med treningsgruppe som uavhengig variabel. De avhengige variablene i denne undersøkelsen var dyp knebøy og skrå benkpress. For å sikre kvaliteten på data, ble testen gjort to ganger for hver utøver med en uke mellom første og andre test. Det beste testresultatet ble konsekvent benyttet for hver utøver.

For at utøverne skulle være noe restituert, ble de pålagt ikke å bedrive noen form for trening de siste 48 timene før selve testen skulle foregå. Hver enkelt utøver brukte det samme testlokalet og det samme utstyret ved hver test. Testleder var også den samme ved begge testene. Imidlertid testet styrke- og vektløfterne i ulike lokaler, på grunn av ulik geografisk tilhørighet.

Oppvarmingsprosedyrer

Hver test ble startet med oppvarming i ca 20 minutter. Oppvarmingen var både generell og spesifikk i forhold til testene. Den generelle oppvarmingen bestod i sykling på spinningssykkel i 5 minutter og rask gange/rolig løping på tredemølle i 5 minutter. Den spesifikke oppvarmingen bestod av knebøy og skrå benkpress hvor belastningen var progressiv for hver oppvarmingsserie. Det tyngste oppvarmingssettet oversteg likevel ikke 60 % av 1RM. Dette ble gjort for å unngå at forsøkspersonenes evne til å løfte så eksplosivt som mulig ikke var hemmet av for tunge løft under oppvarmingen. Den spesifikke delen av oppvarminga tok ca 10 minutter.

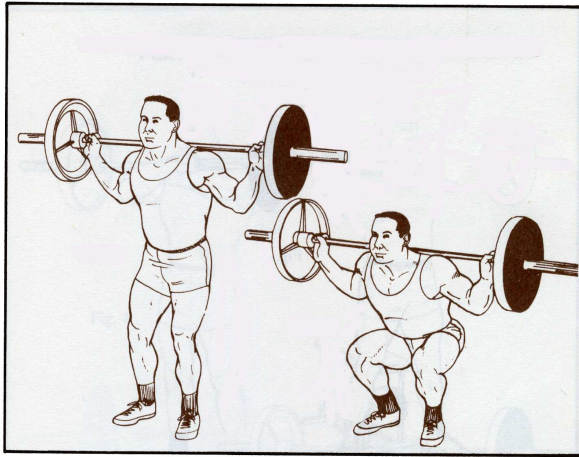
Instruksjonen utøverne fikk før selve testen tok til, var at de skulle løfte vekter fra meget lett opp til maksimum i knebøy og skrå benkpress. For hvert forsøk ble belastninga økt progressivt med ca 10 % av forventet 1RM. Det ble presisert nøye at de skulle løfte med maksimal innsats og størst mulig hastighet på stanga uansett belastning.

Valg av øvelser

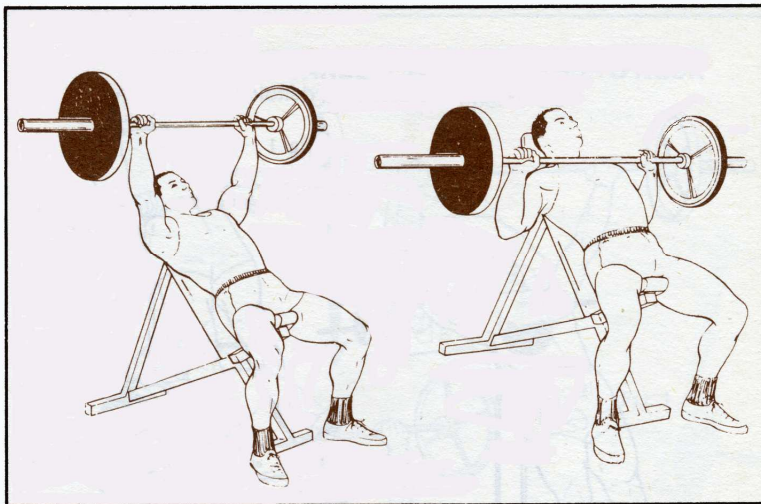
I styrketrening benyttes svært mange øvelser. Typisk er også at vektløftere og styrkeløftere velger nok så ulike kombinasjoner av øvelser. Frivending er typisk for treninga til vektløftere, mens styrkeløftere knapt nok bruker slike eksplosive øvelser i sitt treningsregime. Det som imidlertid er typisk er at både styrke- og vektløftere bruker knebøy og, til en viss grad, ulike former for benkpress. Det ble derfor funnet naturlig å velge to varianter av disse øvelsene i denne studien.

Knebøy kan i hovedsak gjøres på to forskjellige måter, vanlig knebøy med stanga på nakken, eller såkalt front knebøy hvor stanga støttes opp ved et overstøtgrep foran på skuldrene. For å forenkle oppsettet ble den mest utbredte varianten som vist på figur 1 valgt, dvs. vanlig knebøy fra stativ uten spesielle hjelpemidler.

Benkpress utføres også på ulike måter, flat benkpress, skrå oppover (incline), skrå nedover (decline), stang med ulike grep, med manualer, eller i benkpressmaskin. Her ble det valgt å benytte skrå benkpress med en vinkel på 45° som vist på figur 2. Dette på grunn av at vanlig, flat benkpress er en styrkeløftøvelse hvor det konkurreres i og hvor det da kunne antas at dette ville kunne gi styrkeløfterne en viss fordel i forhold til vektløfterne som bruker denne øvelsen i mye mindre grad. Skrå benkpress derimot er ingen konkurranse øvelse, men den benyttes fra tid til annen under trening. Den aktiverer også øvre del av pectoralis, fremre del av deltoideus, triceps og den fremre del av serratus (Delavier 2002). Dette er muskler som ofte er involvert i øvelser blant utøvere i begge disse kraftidrettsgrenene.



Figur 1. Tradisjonell knebøy med stanga bak på skuldrene (illustrasjon hentet fra Pearl 1980)



Figur 2. Skrå benkpress med 45° vinkel (illustrasjon hentet fra Pearl 1980)

Testprosedyrer

Etter at oppvarmingsprosedyrene var gjennomgått og forsøkspersonene hadde fått instruksjoner om hvordan testen skulle foreløpe, ble hver forsøksperson testet etter følgende modell:

a)

- Knebøy fra 20 kg med ca 10 % økning i hvert løft, ut i fra egen estimert 1RM, til forsøkspersonene nådde 1RM.
- Skrå benkpress fra 20 kg med 10 % økning i hvert løft, ut i fra egen estimert 1RM, til forsøkspersonene nådde 1RM.

Det ble foretatt følgende målinger under disse testene:

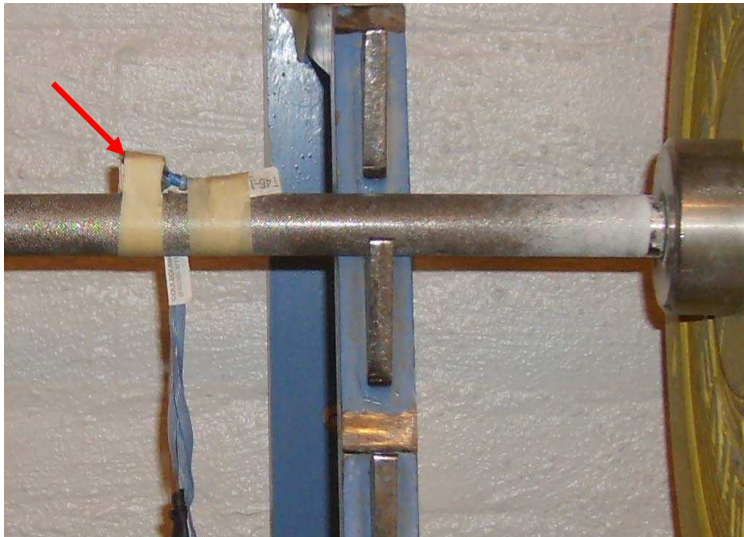
b)

- Observasjon av at løftet ble gjennomført på godkjent måte
- Bevegelsens vertikale bevegelse målt ved et akselerometer. På grunnlag av denne målingen kunne tre variabler identifiseres:
 - Tid til maksimal akselerasjon, dvs. Time to peak force (TPF)
 - Tid til maksimal hastighet, dvs. Time to Peak velocity (TPV)
 - Tid fra TPF til TPV.

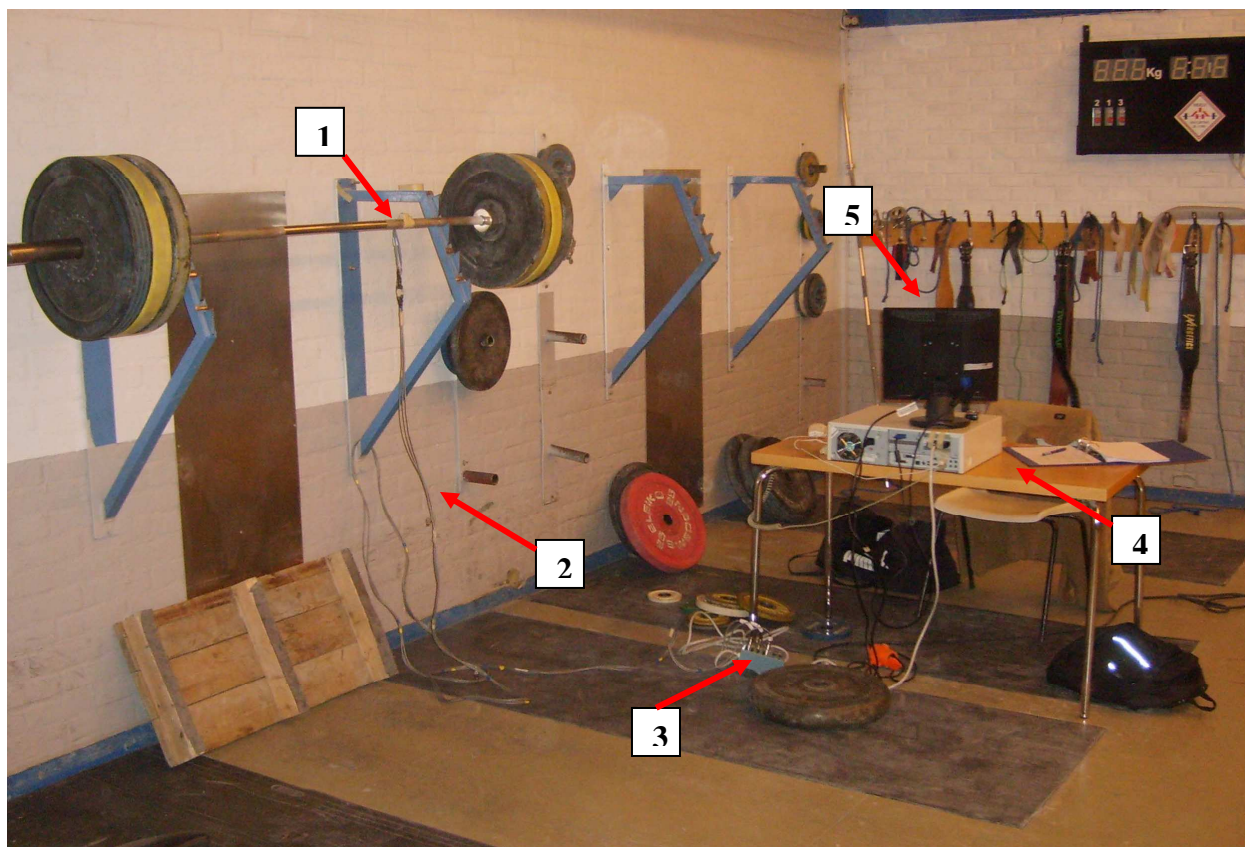
Apparatur og testinstrument

Treningsutstyret som ble brukt av styrke og vektløfterne i disse forsøkene var en internasjonal olympiastang med tilhørende olympia vektskiver. Det eneste tillatte hjelpemiddelet som forsøkspersonene kunne benytte seg av var belter av typen som blir brukt i styrke- og vektløfterkonkurranser.

For å gjennomføre akselerasjons- og hastighetsmålingene (TPF, TPV og TPF-TPV), ble vektstanga utstyrt med et akselerometer (figur 3). Det finnes flere typer akselerometer. Det mest hensiktsmessige valg av akselerometer for denne typen målinger var et piezoresistive akselerometer, kalt T45 – 10 (Ladin 1995).



Figur 3. Akselerometeret ble festet til vektstanga horisontalt med tape. Akselerometeret ble kontrollert med jevne mellomrom for å se til at den sto i riktig posisjon opppe på vektstanga.

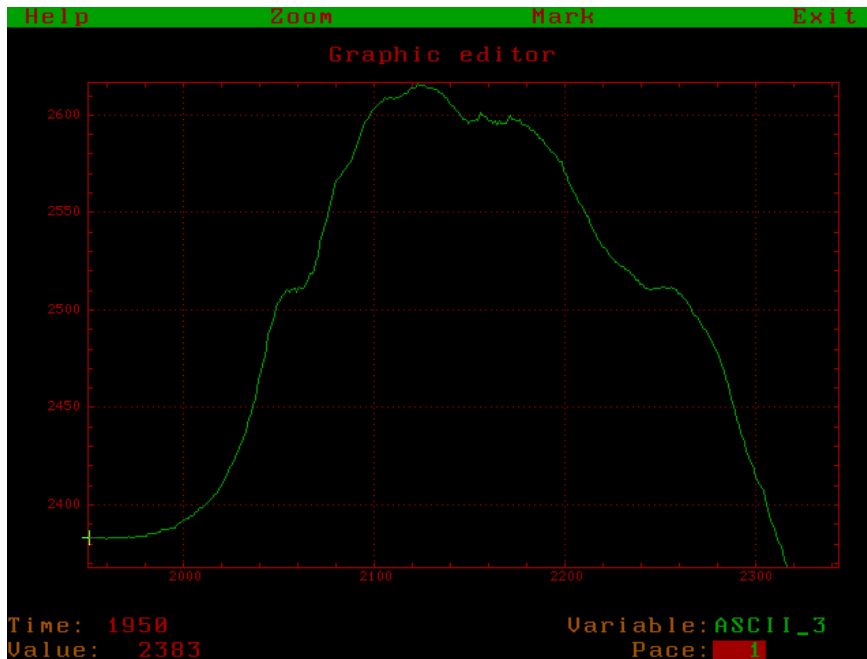


Figur 4. Oversikt over teststasjon (1). Akselerometer montert til vektstang (2). Ledning fra akselerometer til forfordeler (3). Forfordeler (4). Stasjonær pc m/skjerm (5).

Databehandling

Programmet som ble brukt for å registrere data fra akselerometret var utviklet spesielt for vårt forsøksoppsett (program for PC30 A/D – kort; Appendix A). Programmet kunne registrere serier på 8000 målinger, hvor hastigheten ble regulert gjennom ventesykluser. Her ble programmet justert slik at det ble gjort 1200 målinger pr sekund. Etter hver måling ble data for hver måleserie lagret som ASCII filer.

Analyse av rådata ble utført med programmet Mesosaur 1.1. (Figur 5). Dette programmet ble spesielt utviklet av russerne Kuznetsov og Kahalileev (1991) for analyser av tidsserier. Programmet gjør det mulig, interaktivt, å gjennomføre grafiske analyser av selve tidsseriene. Samtidig kan en gjøre glattinger av seriene, og plote både de filtrerte seriene og residualene.



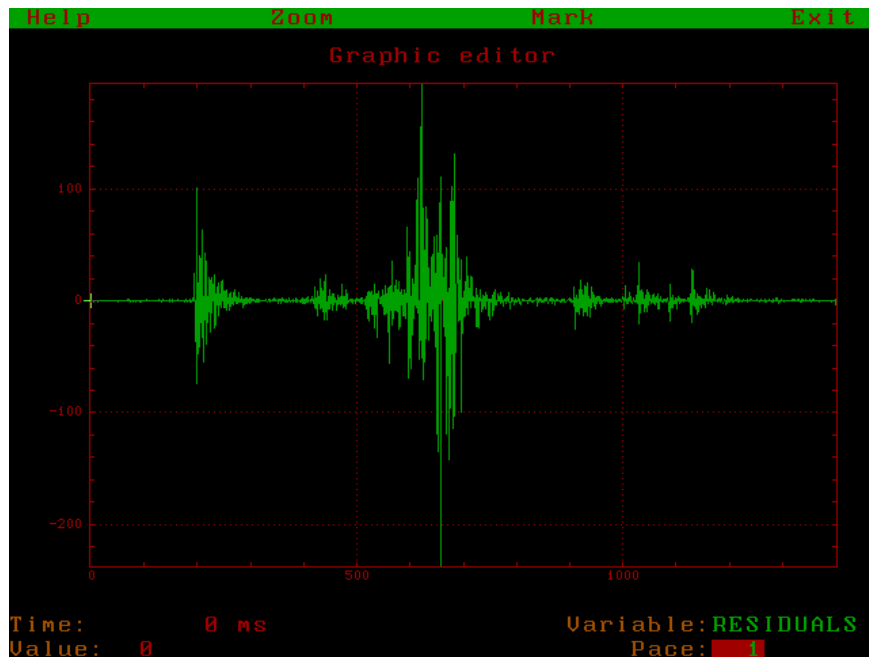
Figur 5. Figuren viser, ved hjelp av programmet Mesosaur 1.1., en grafisk framstilling av kraft og hastighet under testing av knebøy hos en av forsøkspersonene med en belastning på 20 kg.

På grunn av støy som kunne oppstå under målingene ble det i noen tilfeller tatt i bruk en glattefunksjon slik at målingene skulle kunne vises mer nøyaktig (Fig. 6).



Figur 6. Den grafiske framstillingen av kurven viser glattefunksjonen som en rød linje og hvor denne er ment å skulle gi et mer nøyaktig bilde av målingen.

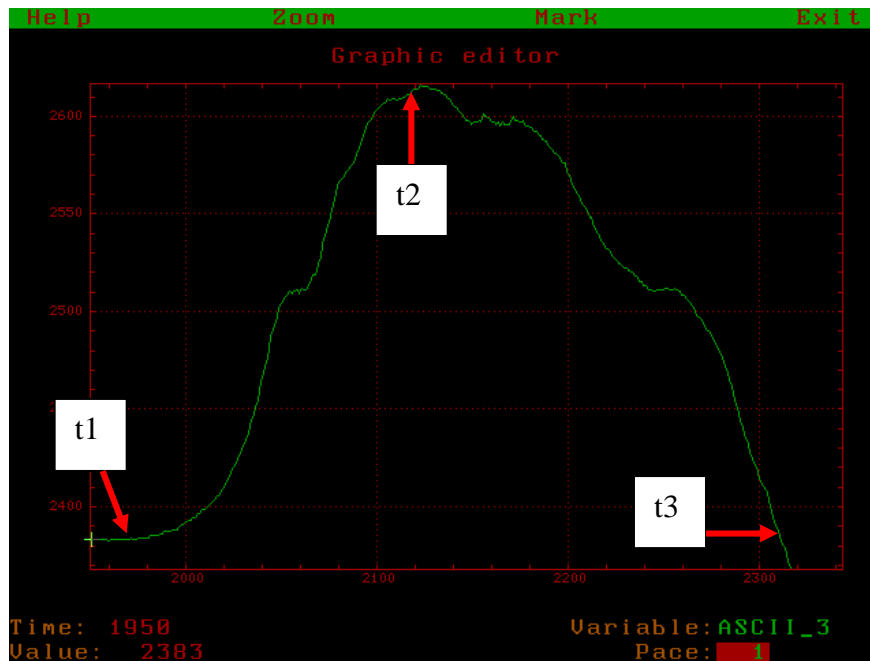
På den opprinnelige kurven som inneholdt masse støy, ble glattefunksjonen 53H median smoothing i programmet Mesosaur 1.1 tatt i bruk. Figur 7 viser den støy som ble fjernet ved denne prosedyren, dvs. residualene. Figur 8 viser kurven slik den ble etter at støy var fjernet.



Figur 7. Residualkurven viser støyen som ble tatt bort.

Identifisering av t1, t2 og t3

For å få fram de verdiene en var spesielt interessert i for denne undersøkelsen, ble figurene skåret ved å identifisere tre punkter på kurven (fig.8).



Figur 8. Figuren viser de tre punktene som ble identifisert. t1 viser til nullpunktet, hvor bevegelsen startet. t2 viser hvor kraften var størst og t3 viser hvor bevegelsen slutter og hvor hastigheten på bevegelsen kan måles ut i fra.

1. Først måtte det fastslås hvor løftet starter, t1, det vil si tiden for når kurven begynner å endre seg systematisk oppover.
2. Tidspunktet for maksimalverdien viser når akselerasjonene og kraften brukt til å løfte er størst, t2.
3. Tidspunktet for når akselerasjonsverdiene når samme nivå som for t1, viser når hastigheten i løftet er størst, t3.

For videre analyse og etterbehandling, ble disse tallverdiene (t1, t2 og t3) lagret i Excel regnearkformat sammen med hver forsøkspersons test nr, gruppe nr, løft nr, 1RM og vekt for hvert løft. For videre behandling og statistiske analyser av data ble programmet SPSS 16.0 benyttet. De statistiske analysene som ble utført i SPSS ble gjort med en Mann Whitney U test.

Testing av måleinstrumentene

Før testen tok til og målingene kunne settes i gang, ble akselerometeret testet. Dette ble gjort ved en statisk testprosedyre hvor akselerometeret ble holdt mot et bord eller en vannrett, stillestående flate. Akselerometeret ble så snudd motsatt vei mens tallverdiene på dataskjermen ble lest av slik at det kunne bekreftes om tallene var korrekte eller ikke.

Testing av time to peak force, time to peak velocity og time to peak force-time to peak velocity

Testen startet umiddelbart etter av oppvarmingsdelen var gjennomført. Etter den spesifikke oppvarmingsdelen i knebøy var gjennomført ble alle målingene i denne øvelsen utført. Deretter ble den spesifikke oppvarminga i skrå benkpress gjennomført før forsøkspersonene kunne testes i denne øvelsen. Mellom de to testene fikk forsøkspersonene en pause på 5 – 10 minutter på grunn av at teststasjonen og utstyret måtte rigges om.

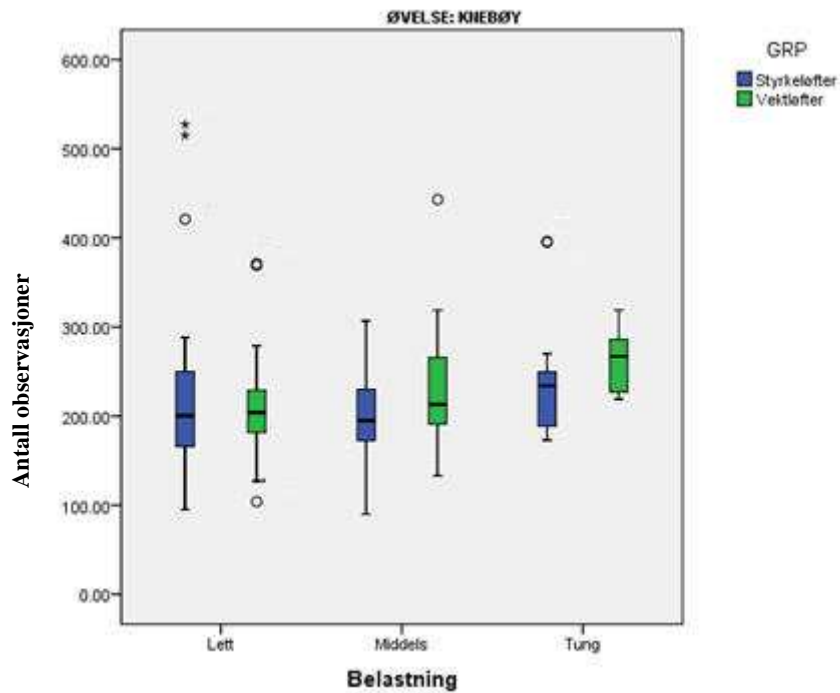
Testen foreløp ved at det første løftet ble utført med bare vektstanga uten noe belastning på. For hvert løft ble belastningen økt med ca 10 % ut fra utøvernes egen estimerte 1RM. Dette betydde i praksis at forsøkspersonene endte opp med å løfte ca 10 løft før 1RM ble oppnådd. Det ble under hele testen lagt vekt på at løftene skulle utføres så eksplosivt som mulig og med bruk av korrekt løfteteknikk.

Resultater

Resultatene er grafisk framstilt som figurer i form av boksplo. I et boksplo representerer nedre og øvre kant henholdsvis percentil 25 og 75, mens streken i boksen tilsvarer median (percentil 50). Streket over boksen går til den høyeste observasjonen som ikke er en "outlier", mens streken under boksen går til den laveste verdien som ikke er en "outlier". De åpne sirkene illustrerer "ouliers" eller moderate ekstremverdier, mens stjernene illustrerer store ekstremverdier (Appendiks B). Alle analyser av data gjengitt i boksplo, ble gjort med Mann-Whitney U-Test. Detaljer for testene er i Appendiks C. Mann-Whitney U-Test ble benyttet for å analysere resultatene, fordi de foreliggende data ikke oppfyller kravene til en parametrisk analyse. Men på grunn av at analysene med t-test i all vesentlighet sammenfaller med bruk av Mann Whitney U-test, blir også disse resultatene gjengitt i Appendiks D. Den gjennomsnittelige rangeringen av hver gruppe i totalmaterialet, refereres til som Mean Rank (MR) (Appendix C).

Time to peak force (TPF)

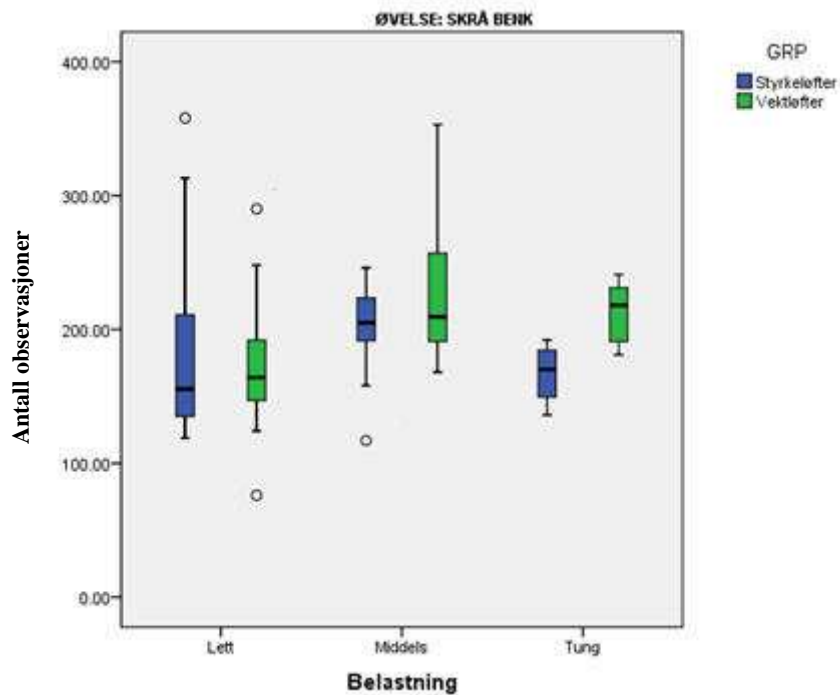
Resultatene for gruppene på variabelen TPF for knebøy og skrå benkpress er gjengitt på figur 1 og 2. En analyse med Mann-Whitney U-test viser at i figur 1, TPF for knebøy, var det ingen signifikante forskjeller mellom styrke- og vektløftere ved de tre belastningsnivåene. Ved lett belastning var (MR) 25,35 for styrkeløftere og 26,57 for vektløftere ($p = 0,770$). Ved middels belastning var MR 14,38 for styrkeløftere og 18,63 for vektløftere ($p = 0,200$). MR for styrkeløftere ved tung belastning var 11,63 og for vektløftere 16,96 ($p = 0,083$).



Figur 1. Boksplot som viser antall observasjoner brukt (dvs. tid) til å oppnå Time to Peak Force (TPF) for styrkeløftere og vektløftere for lett, middels og tung belastning i knebøy. 1 sekund tilsvarer 1250 observasjoner.

For skrå benkpress med tung belastning ble det funnet at styrkeløftere nådde TPF raskere enn det vektløfterne gjorde (MR 3,00 for styrkeløftere vs. 8,25 for vektløftere; $p = 0,017$).

For skrå benkpress ved lett belastning var MR for styrkeløftere 25,29 og for vektløftere 26,74. ($p = 0,727$). MR for styrkeløftere ved middels belastning var 9,86 og for vektløftere 12,25. ($p = 0,379$)

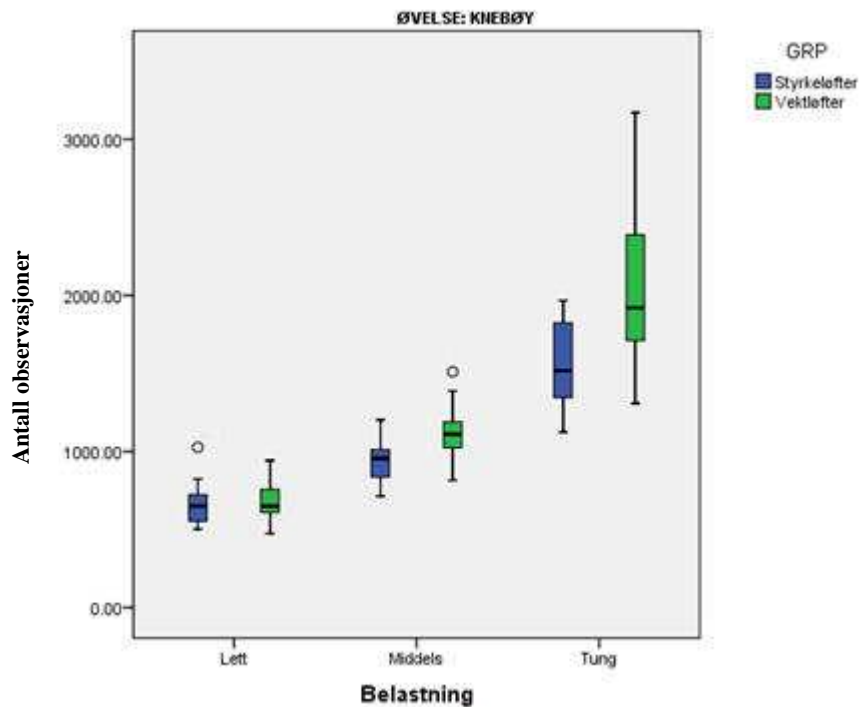


Figur 2. Boksplot som viser antall observasjoner brukt (dvs. tid) til å oppnå Time to Peak Force (TPF) for styrkeløftere og vektløftere for lett, middels og tung belastning i skrå benkpress. 1 sekund tilsvarer 1250 observasjoner. Styrkeløfterne nådde TPF raskere enn vektløfterne ved den tyngste belastninga ($p=0,017$).

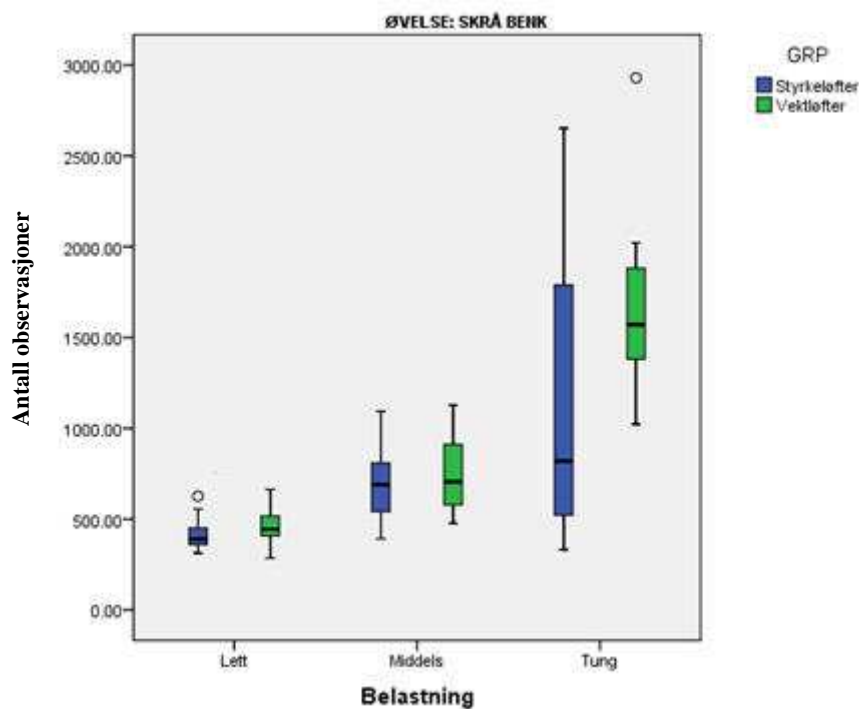
Time to peak velocity (TPV)

Resultatene for begge gruppene på variabelen TPV i knebøy og skrå benkpress er gjengitt i figur 3 og 4. Styrkeløfterne nådde TPV i knebøy raskere enn vektløfterne ved middels belastning (MR 11,44 for styrkeløftere vs. 21,56 for vektløftere; $p = 0,002$) og ved tung belastning (MR 10,53 for styrkeløftere vs. 18,33 for vektløftere; $p = 0,011$).

Ved lett belastning i knebøy var MR 24,38 for styrkeløftere og 27,44 for vektløftere ($p = 0,462$).



Figur 3. Bokplot som viser antall observasjoner brukt (dvs. tid) til å oppnå Time to Peak Velocity (TPV) for styrkeløftere og vektløftere for lett, middels og tung belastning i knebøy. 1 sekund tilsvarer 1250 observasjoner. Styrkeløfterne nådde TPV i knebøy raskere enn vektløfterne ved middels belastning ($p = 0,002$) og ved tung belastning ($p = 0,011$).



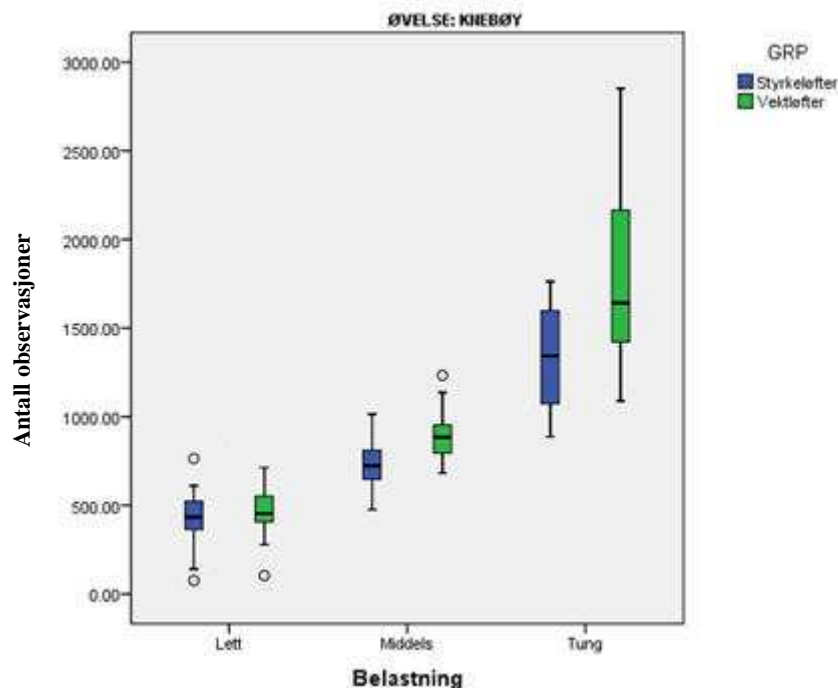
Figur 4. Bokplot som viser antall observasjoner brukt (dvs. tid) til å oppnå Time to Peak Velocity (TPV) for styrkeløftere og vektløftere for lett, middels og tung belastning i skrå benkpress. 1 sekund tilsvarer

1250 observasjoner. Styrkeløfterne nådde TPV i skrå benkpress raskere enn vektløfterne ved lett belastning ($p = 0,041$).

Styrkeløfterne oppnådde TPV i skrå benkpress ved lett belastning raskere enn det vektløfterne gjorde (MR 21,83 for styrkeløftere vs. 30,84 for vektløftere; $p = 0,041$). Ved middels belastning for styrkeløftere var MR 10,36 mens det for vektløftere var 11,70 ($p = 0,622$). Ved tung belastning ble det heller ikke funnet noen signifikant forskjell. MR for styrkeløfterne var 4,25 og MR for vektløfterne var 7,63 ($p = 0,126$).

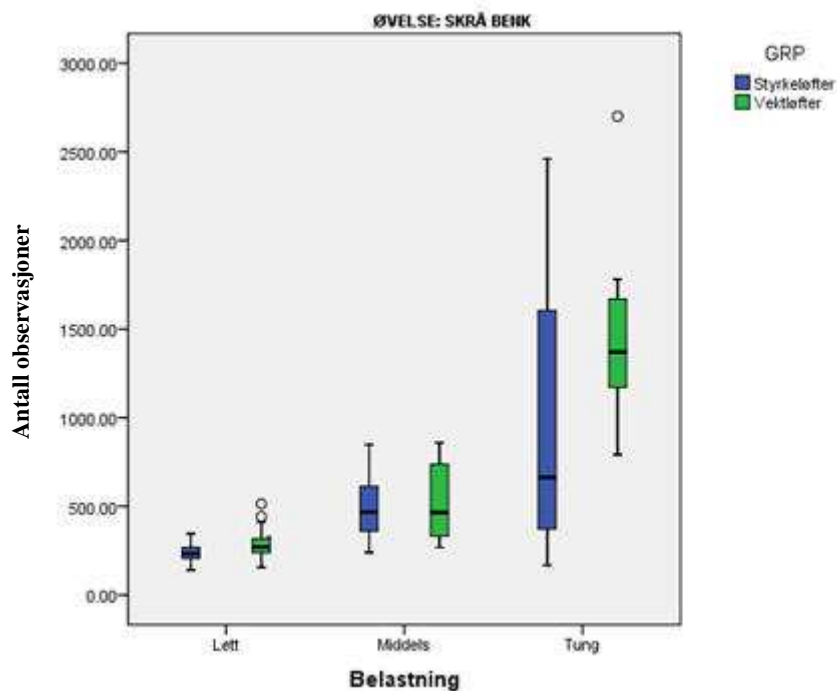
Tid mellom TPF og TPV

Figur 5 og 6 viser tidsdifferensen mellom TPF og TPV for lett, middels og tung belastning i henholdsvis knebøy og skrå benkpress. Ved middels belastning i knebøy oppnådde styrkeløfterne kortere tid enn hva vektløfterne gjorde (MR 11,59 for styrkeløftere vs. 21,41 for vektløftere; $p = 0,003$) og i tung belastning (MR 10,87 for styrkeløftere vs. 17,92 for vektløftere; $p = 0,022$). Ved lett belastning i knebøy ble det ikke funnet noen signifikante forskjeller. MR for styrkeløftere var 23,69 og for vektløftere 28,06 ($p = 0,295$).



Figur 5. Boksplot som viser antall observasjoner brukt (dvs. tid) mellom Time to Peak Force og Time to Peak Velocity (TPF-TPV) for styrkeløftere og vektløftere for lett, middels og tung belastning i knebøy. 1 sekund tilsvarer 1250 observasjoner. Styrkeløfterne hadde kortere tidsdifferanse i TPF-TPV i knebøy ved middels belastning ($p = 0,003$) og ved tung belastning ($p = 0,022$).

Resultatene viser at styrkeløfterne (MR = 20,60) hadde kortere tid mellom TPF og TPV ved lett belastning i skrå benkpress sammenlignet med vektløfterne (MR = 31,62; $p = 0,008$). MR for styrkeløftere ved middels belastning var 10,82 og 11,20 for vektløftere ($p = 0,888$). Ved det tyngste belastningsnivået var MR for styrkeløftere 4,25 og for vektløftere 7,63 ($p = 0,126$).



Figur 6. Bokplot som viser antall observasjoner brukt (dvs. tid) mellom Time to Peak Force og Time to Peak Velocity (TPF-TPV) for styrkeløftere og vektløftere for lett, middels og tung belastning i skrå benkpress. 1 sekund tilsvarer 1250 observasjoner. Styrkeløfterne hadde kortere tidsdifferanse i TPF-TPV i skrå benkpress ved lett belastning ($p = 0,008$).

Diskusjon

Målet med denne studien var å undersøke forskjeller i TPF og TPV mellom styrkeløftere og vektløftere. Den vanlige oppfatningen er at vektløftere er mer avhengig av power for å prestere i sin idrett enn hva styrkeløftere er. Dette burde i så fall kunne avleses som TPF og/eller TPV.

Studien ble gjennomført med 5 vektløftere og 5 styrkeløftere på et forholdsvis høyt nivå. Det bød ikke på problemer å gjennomføre testene med disse utøverne, som var godt motivert for å delta i studien. Selv om forsøkspersonene ble informert om at det ikke skulle bedrives noen form for trening inne de siste 48 timer før test, valgte likevel en av forsøkspersonene fra vektløftergruppa å trene tung knebøy to dager før andregangs testing, samt tung markløft dagen før test. Dette kan ha bidratt til å påvirke testresultatene.

Noe overraskende viser resultatene fra denne studien, i motsetning til liknende studier foretatt tidligere, at styrkeløftere kunne vise til raskere TPF og TPV, samt kortere tid mellom TPF – TPV enn vektløfterne. Det ble funnet signifikante forskjeller både i knebøy og i skrå benkpress mellom disse to gruppene. Samtlige av resultatene som viste signifikante forskjeller, viste at det var styrkeløfterne som hadde raskest TPF, TPV og TPF – TPV. Det forelå imidlertid for få observasjoner til å kunne gjøre analyser enkeltvis. Dette skyldes i hovedsak støy i målingene, men også på grunn av problemer med å definere nullpunkt i kraft og hastighetskurven. På grunn av dette ble observasjonene slått sammen og det ble foretatt ManWhitney U test for tre kategorier, definert som: ”lett”, ”middels” og ”tung”.

Samtidig må det poengteres at i mange av de tidligere studiene som har vært gjort på kraft og hastighetsforskjeller mellom ulike styrke- og kraftidretter har det ofte blitt sett på enten tid til maksimal kraft, tid til maksimal hastighet, eller så har kun begrepet hastighet blitt brukt. Begge disse begrepene er ikke blitt brukt i en og samme studie (Prietto & Caiazzo 1989; McBride et al 2002; Kawamori et al. 2006). Ellers har undersøkelsene ofte vært rettet mot isometriske eller isokinetiske forskjeller (Aagaard og Thorstenson 2002; Kyrolainen et al. 2005). Å konkludere med at vektløftere er ”raskere” enn styrkeløftere eller visa versa vil derfor synes å være en litt upresis konklusjon i og med at det er flere viktige faktorer og faser

under et løft som er av betydning for den helhetlige vurderingen av selve løftet, noe som blant annet denne studien peker på.

De signifikante resultatene viser at det i styrkeløfternes favør ble funnet forskjeller i knebøy skrå benkpress for variablene TPF, TPV og TPF-TPV. Dette i strid med tidligere studier blant annet av Hakkinen, Kauhanen og Komi (1986), hvor det ble funnet at styrkeløfterne hadde en langsommere kraftutvikling enn vektløfterne..Det kan dessuten være interessant å se på styrketrening som supplement i forhold til andre idretter. Dette er idretter hvor eksplosivitet og power er ønskelig, som f. eks spyd, kulestøt og diskos. Til tross for at styrkeløfternes trening er mindre eksplosiv enn vektløfternes trening, kunne styrkeløfterne, i henhold til de funn som er gjort i denne studien, vise til raskere kraftutvikling enn hva vektløfterne hadde. Det kan ut i fra disse funnene spekuleres i om eksplosiv styrketrening er nødvendig i like stor grad som det tidligere har vært tradisjon for i nevnte idretter.

Ved å se på antropometri for styrke- og vektløfterne som deltok i denne studien, blir det vist at gjennomsnittshøyden på styrkeløfterne er 5 cm lavere enn hva den er hos vektløfterne. Samtidig har styrkeløfterne en kroppsvekt som er 5 kg høyere enn hos vektløfterne. Dette kan beskrives som høye og slanke vektløftere i forhold til noe mer korte og kompakte styrkeløftere som da naturlig kan tenkes å ha noe mer muskelmasse og større muskeltverrsnitt. I og med at styrkeløfterne er kortere enn vektløfterne kan dette, sett ut i fra en biomekanisk synsvinkel ha virket inn på resultatene. For ut i fra hva Klausen (1993) sier så vil en kort kraftarm til muskelen være en fordel, fordi det tillater store bevegelser i leddet med relativt små forandringer i muskellengde. Fremtidige studier bør derfor kanskje ta slike forhold i betraktning. Muskeltverrsnitt blir av Aagaard og Thorstenson (2003) omtalt som en vesentlig faktor i forhold til kraft og hastighet og kan således være en mulig forklaring på hvorfor styrkeløfterne kunne vise til raskere respons enn hva vektløfterne kunne. Andelen av type IIX fibre er av Klausen (1993) og Aagaard og Thorstenson (2003) beskrevet som en viktig faktor når det gjelder hyppig og kraftig aktivering av muskelfibrene. Hos vektløfterne vil faktorer som spatial og temporal summasjon av motoriske alfa forhornceller være nevrofysiologisk endringer som ligger vektløfternes treningsregime nærmest. I følge Kjær, Kalimo og Saltin (2003) og Rippetoe og Kilgore (2007) virker samtidig dette motstridende i og med at styrkeløftere har størst andel av type IIA fiber, mens det er type IIX fibre som er raskest (Malisoux, Francaux & Theisen 2007). Det kan derfor se ut som om at styrkeløftere likevel enten har stor nok andel type IIX fibre, eller at andelen av type IIA har nok egenskaper fra type IIX (Fitts & Widrick 1996). Dette vil muligens ha ført til at muskelkontraksjonene blir

raske nok til å frambringe de resultatene som ble funnet i denne studien. Dette er innledningsvis også omtalt av Staron et al. (1994) og Fry et.al (2004) hvor endring av type IIX fibrenes egenskaper blir mer likt type IIA fibrenes og derav en prosentvis endring av mengdeforholdet mellom fibre dvs. mer type IIA fibre. Ser man bort i fra muskelfibertype sammensetning og den nevralt aktivering av muskelen, er det da mulig at det kan være andre faktorer som kan ha virket inn og bidratt til de foreliggende resultatene.

Andre mulige faktorer som kan ha bidratt til dette noe overraskende resultatet kan være at noen av forsøkspersonene gikk dypere ned i knebøy ved andre gangs test. Resultatet av dette ville da bli at de brukte lengre tid for å oppnå maks kraft og maks hastighet i og med at de da fikk en lengre bevegelsesbane. Det er mulig at dette kunne gjøre seg mer gjeldende hos vektløfterne enn hos styrkeløfterne. Dette på grunn av at styrkeløfterne kanskje var mer rutinerte i denne øvelsen siden den er en av konkurranse øvelsene i styrkeløft. Styrkeløfterne ville følgelig ha mer kontroll og vite nøyaktig hvor dypt ned de skulle gå i knebøy. Dette viser også resultatene, der forskjellene var størst i knebøy.

Ulikheter med tanke på teknikk, spesielt i knebøy er enda en faktor som bør taes i betraktning. Dette er også omtalt av Wretenberg, Feng og Arborelius (1996) og Bostrom (2007). Om det er slik at vektløftere har en raskere aktivering av muskelfibre enn hva styrkeløftere har, så kan styrkeløfternes løfteteknikk ha bidratt til at de likevel klarte å utføre løftet raskere på grunn av involvering av hofte og ryggmuskulatur i mye større grad enn hva vektløftere er vant til, samt den kortere kraftarm som vil gjøre seg gjeldende ved at stanga blir holdt lengre ned på ryggen. Slike ulikheter i løfteteknikk kunne vært eliminert om utøverne hadde måttet utføre løftene i et apparat med en låst bevegelsesbane som f.eks en Smithmaskin. De ville da blitt tvunget til å utføre løftene i en loddrett bane, og hvor betydningen av løfteteknikk ville være minimal. Det eneste verktøyet løfterne da ville hatt for å løfte vekta, ville vært det muskulære. Det er tidligere antydnet at vektløftere har en raskere aktivering av muskelfibre (Hakkinen, Kauhanen & Komi 1986; Cleather 2006). Dette vil da mest sannsynlig kunne vises i observasjon av TPF-TPV. Der ville det muligens kunne vises at vektløfterne hadde en lengre akselerasjonsfase. Målingene burde derfor vært konsentrert mest rundt TPF-TPV, og registrert som hastighet. Til dette formålet ville en posisjons og hastighetsmåler være best egnet i stedet for et akselerometer. Ved å måle hastighet med dette instrumentet ville man kunne sett at pga den lengre akselerasjonsfasen hos vektløftere, ville etter hvert hastigheten blitt større hos vektløfterne. Å ta i bruk øvelsen markløft kunne vært et annet alternativ for å få utført

målinger på disse to gruppene. Dette er en kjent øvelse som brukes like mye av begge typer utøvere. I styrkeløft er dette en av konkurranse øvelsene, mens i vektløfting blir en så å si identisk øvelse, kalt for støt-drag brukt, og dette er den første fasen i øvelsen støt.

Utgangsposisjonen for markløft og støtdrag er så å si helt lik. Det var ikke før datainnsamlingen nesten var avsluttet og akselerometerets reaksjon etter hvert var nøye studert, at markløft ble vurdert som en bedre øvelse i forhold til bruk av akselerometer.

I øvelsen skrå benkpress ble det også funnet flere signifikante forskjeller. Dette kan ha sammenheng med at en bestemt type trening påvirker i hovedsak en bestemt type muskelfiber. For eksempel vil trening med stor kraft og stor hastighet føre til en nevrologisk aktivering av mange type IIX fibre, spatsial og temporal aktivering av de motoriske forhorncellene. Gjennom en bestemt type trening innlæres et mønster, eller man kan si at bevegelsen automatiseres. Dette kan være en forklaring på at aktiveringen går spesifikt mot øvelsen skrå benkpress. Så selv om dette ikke er en øvelse det konkurreres i verken for styrkeløftere eller vektløftere, så ligger den likevel nærmere styrkeløfternes konkuranseløft enn hva den gjør hos vektløfterne. Øvelsen er kanskje ikke innlært i like stor grad hos vektløfterne som hos styrkeløfterne. Det er tross alt en pressøvelse og hvor starten på løftet begynner i utgangsstilling, hvor muskulaturen er i sin optimale arbeidslengde. En pressøvelse som i prinsippet er ganske likt benkpress. Øvelsen ligger derfor nærmere styrkeløfternes måte å trene på. Desto raskere kontraksjonene er desto færre myosin hoder vil koble seg til aktin og det vil derfor i følge Kjær, Kalimo og Saltin (2003) ikke kunne utvikles like stor kraft som ved lavere kontraksjonshastigheter, men dette er samtidig en tilstand som er trenbar og hvor vektløftere ikke har trent på dette i like stor grad som styrkeløftere. Dette går på spesifisitet i forhold til øvelsen og hvor det viser seg at utøvere er best på det de er spesifikke mot.

De fleste signifikante forskjellene som ble funnet hos styrkeløfterne var i knebøy, og da ved middels og tung belastning ved TPV og TPF-TPV, mens det for skrå benkpress, i hovedsak ble funnet noen færre signifikante forskjeller, og da ved lett belastning i TPV og TPF-TPV. At styrkeløfterne var raskere ved tung belastning i knebøy enn hva vektløfterne var kan kanskje forklares ut i fra, som tidligere nevnt, at dette er en styrkeløftøvelse og hvor maks kraftinnsats blir satt inn fra en statisk posisjon i en godt innlært øvelse. Vektløftere derimot bruker hele strekkapparatet under utførelsen av øvelsene de konkurrerer i og i støtvending starter de i en slags knebøyposisjon med fart fra bunnen pga fjæring fra kroppens passive strukturer, noe som gjør at denne øvelsen for dem kun blir dynamisk. Det er mulig at utvalget av

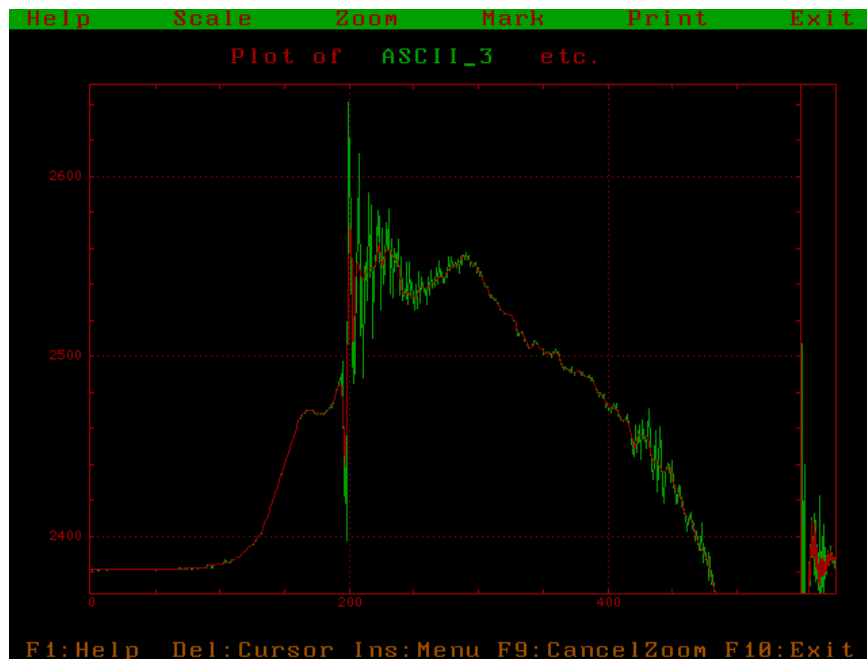
forsøkspersoner til denne studien har vært for lite til å kunne si noe sikkert om akkurat dette, og at et større utvalg ville kunnet forsterket denne antagelsen, eller rett og slett vist at det kun var tilfeldig.

Resultatet av denne studien kunne muligens ha sett annerledes ut med andre forsøkspersoner. Kravene som ble stilt til forsøkspersonene, at de skulle være aktive og konkurrere på et visst nivå, var satt for å jevne ut ulikheter med tanke på prestasjon. Variasjonen på løfterne på nasjonalt nivå kan likevel ha vært så stor at dette kan ha medvirket til at resultatene ble slik som de ble. Ved å bruke utøvere på et enda høyere nivå, f.eks EM eller VM deltakere, ville resultatene muligens sett annerledes ut. Det ville også kunne vært interessant å inkludere kroppsbyggere i videre studier, da deres treningsform ofte skiller seg ut både fra vektløftrernes og styrkeløftrernes.

Andre faktorer som kan ha vært en medvirkende årsak til forskjellene mellom gruppene i denne studien, kan være ernæringsmessige forskjeller mellom utøverne, eller psykologiske faktorer som f.eks motivasjon. Dette kan være variabler som er verdt å se nærmere på i senere studier.

Støy under registrering av TPF og TPV

En ulempe ved dynamiske målinger av denne typen som ble utført her hvor f.eks hastighet på vektstanga blir målt ved hjelp av akselerometer, vil være at det ikke er kontroll på vektstangas egensvingninger. Dette kan føre til uregelmessigheter i målingene i form av f.eks støy på grunn av at akselerometeret er veldig følsomt for bevegelse. Det ble derfor et problem i analysen av data, at for flere av forsøkspersonene var akselerasjonskurven vanskelig å analysere på grunn av et høyfrekvent mønster som ligger over kurven som beskriver løftet (fig. 9). Dette kan forsterkes av løftrernes skjelvninger. Dette reduserte antall observasjoner i forhold til å finne TPF, TPV og TPF-TPV. Dette var et problem som kom overraskende da ingen slike problemer oppstod under pretesten. Det synes som at den maksimale innsatsen som ble pålagt utøverne under selve testen på en eller annen måte skapte det som umiddelbart kan synes som irrelevant støy.



Figur 9. I denne kurven vises tydelig det støymønsteret som dukket opp under noen av målingene.

På den annen side det var ingen mekaniske grunner til at slik støy skulle oppstå på grunn av kontakt mellom stang og vekter med stativ eller liknende. Det var heller ingen ting som tydet på at den høyfrekvente komponenten skyldes ustabilitet i vektskivene.

Det er derfor mulig at den høyfrekvente komponenten rett og slett skyldes selve muskelaktiviteten. Det er en kjent sak at mange får muskelskjelvinger når de yter maks innsats i løfting som f.eks i øvelser som benkpress og knebøy. Det er derfor ikke urimelig å tolke disse ”støy-signalene” som et resultat av rekrutteringsmønstret i musklene. Dette blir også påpekt av Vaz et al. (1996) hvor slike muskeltvibrasjoner skyldes aktivering av motoriske enheter og hvor disse vibrasjonene tiltar i større og større grad etter hvert som den ytre motstanden øker. Mealing, Long, og McCarty (1996) forklarer skjelvingen som en følge av den asynkrone aktiveringen av de motoriske enhetene, dvs. at signalene fra de forskjellige motoriske enhetene ikke kommer samtidig. Selv om denne studien hadde som formål å studere kraft og hastighetsforskjeller mellom ulike kraftidrettsutøvere, er det likevel verdt å nevne de observasjonene som noe overraskende ble gjort i ettertid under analysearbeidet av rådatakurvene. Studier av vibrasjon og dens effekt på muskelaktivering er tidligere utført, både av Humpheries et al. (2004), hvor vibrasjonene var eksternt påført av en mekanisk innretning, og vibrasjoner som en følge av frivillig kontraksjon av muskelen (Wakeling & Nigg 2001). I begge disse studiene ble det tatt i bruk akselerometer for å registrere

vibrasjonene. Akselerometeret som ble brukt i denne studien, og som fanget opp vibrasjonene bekrefter bare at dette er et egnet instrument og metode for denne typen målinger. Ellers kan det stilles spørsmål ved om hastigheten i kontraksjonen og løftet kan ha noen betydning for utslagene. Det kunne synes som om graden av vibrasjoner økte lineært med økende belastning. Spørsmålet som stilles er om vibrasjonsmønsteret ville blitt registrert i like stor grad om forsøkspersonene hadde utført løftet med den absolutt letteste belastningen, frivillig i samme lave hastighet som de gjorde ufrivillig pga stor ytre motstand ved den tyngste belastningen. Dette kan kanskje være et tema som det kan være interessant å se nærmere på i senere studier.

Mealing, Long, og McCarty (1996) viste i en studie at ved hjelp av kontakt mikrofoner (som i praksis virker som et akselerometer) som var tapet fast til huden på forsøkspersoner, i dette tilfellet, soleus og biceps brachii, at dette kunne registrere forskjellige frekvens mønster i form av vibrasjoner på disse to muskelgruppene under kontraksjon. Biceps brachii viste å ha en svingning på 10-30 Hz, mens soleus hadde en svingning under 10 Hz. Forskjellene i svingning på disse to muskelgruppene blir satt i sammenheng med muskelfibertyper og sammensetning av disse. I studien til Mealing, Long, og McCarty (1996) blir det bare referert til type I og type II fibre og de konkluderer med at de langsomme, type I fiberene som det er stor overvekt av i soleus, frembringer et lavt frekvensmønster. I biceps brachii derimot hvor fibertypesammensetningen mellom type I og II er like stor, viste det seg at skjelvingen hadde en høyere frekvens. Det kan også synes som om muskelskjelvingene som nærmest ved en tilfeldighet ble oppdaget i vår studie, kan kobles direkte til de resultatene som ble funnet. Ved å studere skjelvemønsteret nærmere hos de forskjellige utøverne vil det kanskje være mulig å kartlegge forskjeller i dette mønsteret alt etter om det er styrkeløftere eller vektløftere det dreier seg om. McBride (1999) fant en overvekt av raske, oksidative fibre hos styrkeløftere. Mealing, Long og McCarty (1996) fant forskjeller i skjelvemønster under kontraksjon av ulike muskelfibertyper. Det er mulig at dette skjelvemønsteret hos styrkeløftere er ulikt det skjelvemønsteret man finner hos vektløftere, hvor det kan være en overvekt av de raskeste fibertypene.

På grunnlag av erfaringene fra denne studien ser en både muligheter til en rekke metodiske forbedringer og en kan reise nye spørsmål som kan bli tema for nye forsøk.

Ved eventuelle senere målinger av denne typen kan imidlertid en posisjons- og hastighetsmåler med fordel benyttes istedenfor et akselerometer, dels på grunn av at dette

måleinstrumentet er enklere å anvende, og dels på grunn av at det foretar kun de målinger som man i denne studien var ute etter. Videre burde det blitt foretatt en standardisering av teknikk i knebøy slik at eventuelle ulikheter kunne unngås. Knebøy utført i smithmaskin er tidligere nevnt som et alternativ. Likevel må dette også først måtte prøves ut da det er mulig at bruk av smithmaskin ville kunne føre til nye begrensninger. Gruppen av kroppsbyggere ble utelatt fra denne studien, men pga sin treningsform, ganske ulikt fra styrke og vektløftere, bør kroppsbyggere også inkluderes i eventuelle framtidige studier.

En mulig metodisk forbedring på eventuelle senere studier kan være å vektlegge biomekaniske forhold, da med tanke på lengden på utøverne. Ved å bruke utøvere som har ganske lik lengde kan dette være med på å påvirke resultatene ved at de biomekaniske forskjellene da vil bli jevnet ut.

Som nevnt tidligere så ble det argumentert for at dynamiske målinger ligger praktisk idrett nærmest. De dynamiske målingene bør dessuten studeres i en realistisk situasjon, slik det har vært gjort i denne studien. Det viser seg at resultatene fra dynamiske målinger ofte er annerledes enn hva resultatene fra isometriske og isokinetiske målinger er. Det kan derfor stilles et alvorlig spørsmålstegn ved validiteten på flere av de isometriske og isokinetiske studiene.

Konklusjon

Formålet med denne studien var å undersøke om styrkeløftere var langsommere i sine bevegelser enn hva vektløftere var. Det ble funnet at dette ikke var tilfellet.

I TPF med tung belastning i skrå benkpress, ble det påvist at styrkeløfterne var signifikant raskere enn vektløfterne. I TPV med både middels og tung belastning i knebøy, ble det funnet at styrkeløfterne var signifikant raskere. Det samme var også tilfellet for skrå benkpress med lett belastning ved denne variabelen. Intervallet mellom TPF-TPV i knebøy ved både middels og tung belastning, var signifikant kortere for styrkeløftere enn hva det var for vektløftere. Det samme var også tilfellet i skrå benkpress ved lett belastning.

Utover det som er diskutert i denne studien, så må det presiseres at resultatene uten videre likevel ikke kan generaliseres til de to gruppene. De ble testet i to øvelser og resultatene bør sees ut i fra de øvelsene som de ble testet i. Samtidig så må det også presiseres at øvelsene som utøverne ble testet i er mer typisk styrkeløftøvelser enn vektløfterøvelser.

Etterord

Jeg vil takke min veileder, professor Rolf P. Ingvaldsen for all hjelp i forbindelse med denne oppgaven. Jeg vil også rette en stor takk til de styrke og vektløfterne som stilte seg til rådighet slik at denne studien kunne gjennomføres. I den forbindelse vil jeg også takke Trond Kvilhaug for sitt engasjement og tilrettelegging i forbindelse med testing av vektløfterne hos Nidelv IL. Takk til Frank Kolås for datateknisk hjelp samt til Mamma, Pappa og Elin for all støtte. Til slutt vil jeg rette en spesiell takk til Endre Solberg for all hjelp jeg har fått gjennom hele mastergradsstudiet, samt den hjelp jeg har fått av han underveis i arbeidet med mastergradsavhandlingen. Uten han hadde gjennomføringen og resultatet av dette arbeidet sett noe annerledes ut. Jeg vil også takke Trygve Pløhn for råd og praktisk hjelp i forbindelse med det avsluttende arbeidet på rapporten. Til slutt vil jeg takke min gode venn Kjell Lyngstad for all støtte.

Litteraturliste

Aagard, P. og Thorstenson, A. (2003). Neuromuscular aspects of exercise-adaptive responses evoked by strength training. I: Kjær, M., Krogsgaard, K., Magnusson, P., Engebretsen, L., Roos, H., Takala, T., og Woo, L-Y Savio. *Textbook of sport medicine*. Blackwell, London, 70-106.

Andersen, L. og Aagaard, P. (2006). Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *Eur J Appl Physiol*, 96: 46-52.

Bostrom, T.D. (2007). *Z last book you`ll ever need on strength training*. www.zlastbook.com, USA. 29.

Cleather, D.J. (2006). Adjusting powerlifting performances for differences in body mass. *Journal of Strengh and Conditioning Research*, 20(29): 412-421.

Delavier, F. (2002). *Guide des Mouvements de musculation*. Editions vigot, Frankrike. 45.

Fitts, R.H. og Widrick, J.J.(1996). Muscle mechanics: adaptations with exercise-training. *Exerc Sport Sci Rev*, 24: 427-473.

Fleck, S.J. og Kraemer, W.J. (2004). *Designing resistance training programs*. Human kinetics, Leeds. 53-128.

Fry, A.C. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Med*, 34(10): 663-679.

Gerhammer, J. og Takano, B. (2003). Training for weightlifting. I: Komi, P.V. *Strengh and power in sport*. Blackwell, London. 502-513.

Haff, G.G., Carlock, J.M., Hartman, M.J., Kilgore, J.L., Kawamori, N., Jackson, J.R., Morris, R.T., Sands, W.A., og Stone, M.H. (2005). Force-time curve characteristics of dynamic and

isometric muscle actions of elite women Olympic weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 741-748.

Hakkinen, K., Kauhanen, H., og Komi, P.V. (1986). *International Olympic Lifter*, 9(5), 24-26.

Humphries, B., warman, G., Purton, J., Doyle, T.L.A., og Dugan, E. (2004). The influence on muscle activation and rate of force development during maximal isometric contractions. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 16-22.

Kawamori, N., Rossi, S.J., Justice, B.D., Haff, E.E., Pistilli, E.E., O`Bryant, H.S., Stone, M.H., og Haff, G.G. (2006). Peak force and rate of force development during isometric and dynamic mid-tight clean pulls performed at various intensities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 483-491.

Kjær, M., Kalimo, H., og Saltin, B. (2003). I: Kjær, M., Krogsgaard, K., Magnusson, P., Engebretsen, L., Roos, H., Takala, T., og Woo, L-Y Savio. *Textbook of sport medicine*. Blackwell, London, 49-69.

Klausen, K. (1993). Strength and weight-training. I: Reilly, T., Secher, N., Snell, P., og Williams, C. *Physiology of sports*. E & Fn Spon, London, 41-67.

Kuznetsov, S. og Khalileev, A. (1991). *Mesosaur time series a companion to systat*. Systat, Evanston

Kyrolainen, H., Avela, J., McBride, J.M., Koskinen, S., Andersen, J.L., Sipila, S., Takala, T.E.S., Komi, P.V. (2005). Effects of power training on muscle structure and neuromuscular performance. *Scand J Med Sci Sports* 15: 58-64.

Ladin, Z. (1995). Three-dimensional instrumentation. I: Allard, P., Stokes, I.A.F., og Blanche, J.P. *Three-dimensional analysis of human movement*. Human kinetics, Leeds, 3-17.

Malisoux, L. Francaux, M. og Theisen, D. (2006). What do single-fiber studies tell us about exercise training? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Sep: 1051-1060.

Marandino, R. (1999). Using weightlifting and powerlifting combinations to train for multiple sports: pros and cons. *Strength and Conditioning Journal*, 15(5): 38-39.

McBride, J.M., McBride, T.T., Davie, A., og Newton, R.U. (1999). A comparison of strength and power characteristics between power lifters, olympic lifters, and sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), 58-66.

McBride, J.M., McBride, T.T., Davie, A., og Newton, R.U. (2002). The effect of heavy-vs. Light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(1), 75-82.

Mealing, D., Long, G., og McCarty, P.W. (1996). Vibromyographic recording from human muscles with known fibre composition differences. *Br J Sports Med*, 30, 27-31.

Miles, M.P., Ives, J.C., og Vincent, K.R. (1997). Neuromuscular control following maximal eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol*, 76, 368-374.

Moss, C.L. (1991). Comparison of the histochemical and contractile properties of human gastrocnimius muscle. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 13(6), 322-328.

Newell, K.M., og Carlton, L.G. (1985). On the relationship between peak force and peak force variability in isometric tasks. *Journal of Motor Behavior*, 17(2), 230-241.

Pearl, B. (1981). *Keys to the inner universe*. Physical Fitness Architects, California. 133-449.

Prietto, C.A., og Caiazzo, V.J. (1989). The in vivo force-velocity relationship of the knee flexors and extensors. *Am J Sports Med*, 17, 607-611.

Rippetoe, M., og Kilgore, L. (2005). *Starting strength: a simple and practical guide for coaching beginners*. The Aasgaard company, Wichita falls. 15-67.

Rippetoe, M., og Kilgore, L. (2007). *Practical programming for strength training*. The Aasgaard company, Wichita falls. 75-112.

- Rytter, O. (1993). *Effektiv bodybuilding*. B&K Sports magazine, Stockholm. 10-13.
- Schwarzenegger, A. (1984). *Arnolds bodybuilding for men*. Simond & Schuster Inc, New York. 13-23.
- Staron, R.S., Karapondo, D.L., Kraemer, W.J., Fry, A.C., Gordon, S.E., Falkel, J.E., Hagerman, F.C., og Hakida, R.S. (1994). Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *J Appl Physiol*, 76, 1247-1255.
- Vaz, M.A., Herzog, W., MacIntosh, B. Epstein, T.A., Svedal, K. og Zhang, Y.T. (1996). Proceedings, Ninth Biennial Conference, Canadian Society for Bomechanics, Vancouver, August 21-24.
- Wakeling, J.M. og Nigg, B.M. (2001). Soft-tissue vibrations in the quadriceps measured with skin mounted transducers. *Journal of Biomechanics*, 34, 539-543.
- Wickiewicz, T.L., Roy, R.R., Powell, P.L., Perrine, J.J., og Edgerton, V.R. (1984). Muscle architecture and force-velocity relationships in humans. *J Appl Physiol*, 57, 435-443.
- Wilson, S.G. (2000). When a lift is not necessarily a lift. *Sports Medicine Update*, 15(1), 16-17.
- Wretenberg, P., Feng, Y., og Arborelius, U.P. (1996). High-and low- bar squatting techniques during weight-training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(2), 218-224.
- Zatsiorsky, V.M. (2003). Biomechanics of strength and strength training. I: Komi, P.V. *Strenght and power in sport*. Blackwell, London. 439-487.
- Åstrand, P.O., Rodahl, K., Dahl, H.A., og Strømme, S.B. (2003). *Textbook of work physiology*. Human kinetics, Leeds. 80-81.

APPENDIX A

```
'1690
'Program for PC30 A/D-kort
'for R Ingvaldsen   feb. 2006

'Initialisering
  AntPunkter=8000
  dim verdi%(AntPunkter,3)
  cls
  baseadr = &H700
  out baseadr + 11,&h80      'init. av 8255 PPI2 (for dig. i/o)
  out baseadr + 8, 255      'slukker lampe
  out baseadr + 3,&h92      'init. av 8255 PPI1 (for A/D)
  kanal=13 ' = ADchannel 0
'Setter ut + 10 v p† DAC12-1:
'out baseadr + &Hc,255
'out baseadr + &Hd,255
input "Antall venterunder = ";runder

'Leser A/D fortl>pende:

do
  teller%=teller%+1
  if teller%=AntPunkter then teller%=0      'ringbuffer

  'Taster:
  tegn$= inkey$
  select case tegn$

    case "l"      'lagre til disk
      locate 3,1
      input "Datafilnavn = ",datafil$
      open datafil$ for output as #1
      for n%= teller% to AntPunkter-1
        print #1,n%-
teller%;" ,";verdi%(n%,0);" ,";verdi%(n%,1);" ,";verdi%(n%,2);" ,";verdi%(n%,3)
      'lagrer fra avbruddssted til ende av buffer
      locate 5,1
```

```

        print n%-
teller%,verdi%(n%,0),verdi%(n%,1),verdi%(n%,2),verdi%(n%,3)    'lagrer fra
avbruddssted til ende av buffer
        next
        for n%=0 to teller%-1
            print #1,n%+AntPunkter-
teller%,verdi%(n%,0),verdi%(n%,1),verdi%(n%,2),verdi%(n%,3)    'lagrer fra
avbruddssted til ende av buffer
                locate 5,1
            print n%+AntPunkter-
teller%,verdi%(n%,0),verdi%(n%,1),verdi%(n%,2),verdi%(n%,3)    'lagrer fra
avbruddssted til ende av buffer
        next
        close #1

case "1"    'tenn lampe
    lampe%=1
    out baseadr+8,0

    'lagrer overgang til tent lampe som max i alle kanaler:
    for kanal=0 to 3
        verdi%(teller%,kanal)=4095    'max
    next
    teller% = teller% + 1

    beep
case "2"    'slukk lampe
    lampe%=0
    out baseadr+8,255

    'lagrer overgang til slukket lampe som null i alle kanaler:
    for kanal=0 to 3
        verdi%(teller%,kanal)=0
    next
    teller% = teller% +1

    beep

case "x"
    end
end select

```

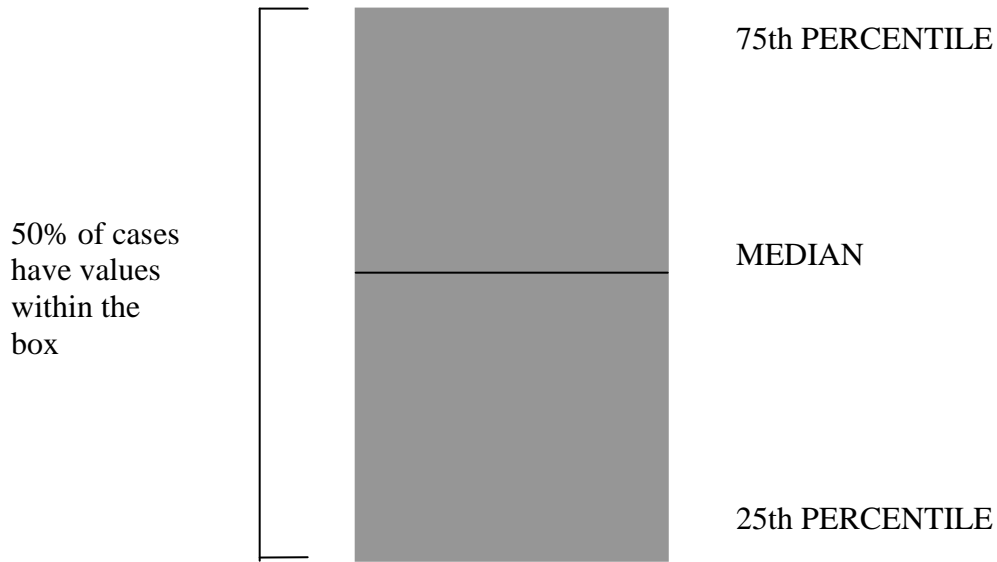
```

'Mtling:
for kanal = 13 to 16
    kanaladr=(kanal-1)*16
    out baseadr + 2,kanaladr+2 'kanalvalg bit 4-7, + bit 1 h>y=software
clock
    out baseadr + 2,kanaladr+3 'ogst bit 0 h>y: starter A/D pt stigende
flanke
    for n% = 1 to runder
        a=a 'konv. tid ca. 40 usek, legg inn venting etter
behov
        b=b
        c=c
        d=d
    next
    x=((inp(baseadr+1) and 15)*256) + inp(baseadr) 'leser A/D
    verdi%(teller%,kanal-13)=x 'via flyttall, klipping hvis bare datatype
integer
    next kanal
    locate 1,1
    print
teller%,verdi%(teller%,0),verdi%(teller%,1),verdi%(teller%,2),verdi%(teller
%,3)
loop

```

-

APPENDIX B



APPENDIX C

NPar Tests

ØVELSE = KNEBØY, Belastningsgruppe = Lett

Mann-Whitney Test

Ranks^a

	GRP	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tid til PF	Styrkeløfter	24	25,35	608,50
	Vektløfter	27	26,57	717,50
	Total	51		
Tid til PV	Styrkeløfter	24	24,38	585,00
	Vektløfter	27	27,44	741,00
	Total	51		
Tid mellom PF og PV	Styrkeløfter	24	23,69	568,50
	Vektløfter	27	28,06	757,50
	Total	51		

a. ØVELSE = KNEBØY , Belastningsgruppe = Lett

Test Statistics^{a,b}

	Tid til PF	Tid til PV	Tid mellom PF og PV
Mann-Whitney U	308,500	285,000	268,500
Wilcoxon W	608,500	585,000	568,500
Z	-,293	-,736	-1,047
Asymp. Sig. (2-tailed)	,770	,462	,295

a. Grouping Variable: GRP

b. ØVELSE = KNEBØY , Belastningsgruppe = Lett

ØVELSE = KNEBØY, Belastningsgruppe = Middels

Mann-Whitney Test

Ranks^a

	GRP	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tid til PF	Styrkeløfter	16	14,38	230,00
	Vektløfter	16	18,63	298,00
	Total	32		
Tid til PV	Styrkeløfter	16	11,44	183,00
	Vektløfter	16	21,56	345,00
	Total	32		
Tid mellom PF og PV	Styrkeløfter	16	11,59	185,50
	Vektløfter	16	21,41	342,50
	Total	32		

a. ØVELSE = KNEBØY , Belastningsgruppe = Middels

Test Statistics^{b,c}

	Tid til PF	Tid til PV	Tid mellom PF og PV
Mann-Whitney U	94,000	47,000	49,500
Wilcoxon W	230,000	183,000	185,500
Z	-1,282	-3,053	-2,959
Asymp. Sig. (2-tailed)	,200	,002	,003
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,210 ^a	,002 ^a	,002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: GRP

c. ØVELSE = KNEBØY , Belastningsgruppe = Middels

ØVELSE = KNEBØY, Belastningsgruppe = Tung

Mann-Whitney Test

Ranks^a

	GRP	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tid til PF	Styrkeløfter	15	11,63	174,50
	Vektløfter	12	16,96	203,50
	Total	27		
Tid til PV	Styrkeløfter	15	10,53	158,00
	Vektløfter	12	18,33	220,00
	Total	27		
Tid mellom PF og PV	Styrkeløfter	15	10,87	163,00
	Vektløfter	12	17,92	215,00
	Total	27		

a. ØVELSE = KNEBØY , Belastningsgruppe = Tung

Test Statistics^{b,c}

	Tid til PF	Tid til PV	Tid mellom PF og PV
Mann-Whitney U	54,500	38,000	43,000
Wilcoxon W	174,500	158,000	163,000
Z	-1,734	-2,537	-2,293
Asymp. Sig. (2-tailed)	,083	,011	,022
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,083 ^a	,010 ^a	,021 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: GRP

c. ØVELSE = KNEBØY , Belastningsgruppe = Tung

ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Lett

Mann-Whitney Test

Ranks^a

	GRP	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tid til PF	Styrkeløfter	26	25,29	657,50
	Vektløfter	25	26,74	668,50
	Total	51		
Tid til PV	Styrkeløfter	26	21,83	567,50
	Vektløfter	25	30,34	758,50
	Total	51		
Tid mellom PF og PV	Styrkeløfter	26	20,60	535,50
	Vektløfter	25	31,62	790,50
	Total	51		

a. ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Lett

Test Statistics^{a,b}

	Tid til PF	Tid til PV	Tid mellom PF og PV
Mann-Whitney U	306,500	216,500	184,500
Wilcoxon W	657,500	567,500	535,500
Z	-,349	-2,045	-2,648
Asymp. Sig. (2-tailed)	,727	,041	,008

a. Grouping Variable: GRP

b. ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Lett

ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Middels

Mann-Whitney Test

Ranks^a

	GRP	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tid til PF	Styrkeløfter	11	9,86	108,50
	Vektløfter	10	12,25	122,50
	Total	21		
Tid til PV	Styrkeløfter	11	10,36	114,00
	Vektløfter	10	11,70	117,00
	Total	21		
Tid mellom PF og PV	Styrkeløfter	11	10,82	119,00
	Vektløfter	10	11,20	112,00
	Total	21		

a. ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Middels

Test Statistics^{b,c}

	Tid til PF	Tid til PV	Tid mellom PF og PV
Mann-Whitney U	42,500	48,000	53,000
Wilcoxon W	108,500	114,000	119,000
Z	-,881	-,493	-,141
Asymp. Sig. (2-tailed)	,379	,622	,888
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,387 ^a	,654 ^a	,918 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: GRP

c. ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Middels

ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Tung

Mann-Whitney Test

Ranks^a

	GRP	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tid til PF	Styrkeløfter	4	3,00	12,00
	Vektløfter	8	8,25	66,00
	Total	12		
Tid til PV	Styrkeløfter	4	4,25	17,00
	Vektløfter	8	7,63	61,00
	Total	12		
Tid mellom PF og PV	Styrkeløfter	4	4,25	17,00
	Vektløfter	8	7,63	61,00
	Total	12		

a. ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Tung

Test Statistics^{b,c}

	Tid til PF	Tid til PV	Tid mellom PF og PV
Mann-Whitney U	2,000	7,000	7,000
Wilcoxon W	12,000	17,000	17,000
Z	-2,378	-1,529	-1,529
Asymp. Sig. (2-tailed)	,017	,126	,126
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,016 ^a	,154 ^a	,154 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: GRP

c. ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Tung

APPENDIX D

T-Test

ØVELSE = KNEBØY , Belastningsgruppe = Lett

Group Statistics^a

	GRP	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Tid til PF	Styrkeløfter	24	226,4583	114,13988	23,29870
	Vektløfter	27	211,4444	59,97200	11,54162
Tid til PV	Styrkeløfter	24	656,9167	120,51517	24,60006
	Vektløfter	27	682,3333	124,66077	23,99098
Tid mellom PF og PV	Styrkeløfter	24	430,4583	147,95386	30,20096
	Vektløfter	27	470,8889	137,93291	26,54520

a. ØVELSE = KNEBØY , Belastningsgruppe = Lett

Independent Samples Test^a

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Tid til PF	Equal variances assumed	4,225	,045	,597	49	,553	15,01389	25,12935	-35,48543	65,51321
	Equal variances not assumed			,577	33,869	,567	15,01389	26,00074	-37,83350	67,86128
Tid til PV	Equal variances assumed	,088	,768	-,738	49	,464	-25,41667	34,43154	-94,60945	43,77611
	Equal variances not assumed			-,740	48,636	,463	-25,41667	34,36175	-94,48224	43,64891
Tid mellom PF og PV	Equal variances assumed	,000	,983	-1,010	49	,318	-40,43056	40,04012	-120,894	40,03309
	Equal variances not assumed			-1,006	47,295	,320	-40,43056	40,20877	-121,307	40,44576

a. ØVELSE = KNEBØY , Belastningsgruppe = Lett

ØVELSE = KNEBØY , Belastningsgruppe = Middels

Group Statistics^a

	GRP	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Tid til PF	Styrkeløfter	16	205,0000	55,41480	13,85370
	Vektløfter	16	234,6875	72,29082	18,07270
Tid til PV	Styrkeløfter	16	942,7500	135,53769	33,88442
	Vektløfter	16	1128,875	173,17886	43,29471
Tid mellom PF og PV	Styrkeløfter	16	737,7500	135,69009	33,92252
	Vektløfter	16	894,1875	142,15823	35,53956

a. ØVELSE = KNEBØY , Belastningsgruppe = Middels

Independent Samples Test^a

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Tid til PF	Equal variances assumed	,547	,465	-1,304	30	,202	-29,68750	22,77164	-76,19340	16,81840
	Equal variances not assumed			-1,304	28,104	,203	-29,68750	22,77164	-76,32534	16,95034
Tid til PV	Equal variances assumed	,298	,589	-3,385	30	,002	-186,12500	54,97805	-298,405	-73,84483
	Equal variances not assumed			-3,385	28,362	,002	-186,12500	54,97805	-298,678	-73,57236
Tid mellom PF og PV	Equal variances assumed	,005	,942	-3,184	30	,003	-156,43750	49,13041	-256,775	-56,09981
	Equal variances not assumed			-3,184	29,935	,003	-156,43750	49,13041	-256,784	-56,09070

a. ØVELSE = KNEBØY , Belastningsgruppe = Middels

ØVELSE = KNEBØY , Belastningsgruppe = Tung

Group Statistics^a

	GRP	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Tid til PF	Styrkeløfter	15	239,9333	70,59388	18,22726
	Vektløfter	12	261,5833	33,54091	9,68243
Tid til PV	Styrkeløfter	15	1571,067	281,73581	72,74387
	Vektløfter	12	2035,417	510,96263	147,5022
Tid mellom PF og PV	Styrkeløfter	15	1331,133	294,35156	76,00124
	Vektløfter	12	1773,833	501,92445	144,8931

a. ØVELSE = KNEBØY , Belastningsgruppe = Tung

Independent Samples Test^a

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Tid til PF	Equal variances assumed	1,773	,195	-,975	25	,339	-21,65000	22,20052	-67,37283	24,07283
	Equal variances not assumed			-1,049	20,898	,306	-21,65000	20,63934	-64,58462	21,28462
Tid til PV	Equal variances assumed	2,837	,105	-3,004	25	,006	-464,35000	154,59292	-782,740	-145,960
	Equal variances not assumed			-2,823	16,246	,012	-464,35000	164,46450	-812,570	-116,130
Tid mellom PF og PV	Equal variances assumed	3,033	,094	-2,863	25	,008	-442,70000	154,61325	-761,132	-124,268
	Equal variances not assumed			-2,706	16,882	,015	-442,70000	163,61602	-788,084	-97,31582

a. ØVELSE = KNEBØY , Belastningsgruppe = Tung

ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Lett

Group Statistics^a

	GRP	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Tid til PF	Styrkeløfter	26	182,0769	67,39432	13,21711
	Vektløfter	25	171,6000	44,66915	8,93383
Tid til PV	Styrkeløfter	26	416,9231	82,23767	16,12813
	Vektløfter	25	463,2400	95,86722	19,17344
Tid mellom PF og PV	Styrkeløfter	26	234,8462	54,34092	10,65713
	Vektløfter	25	291,6400	82,71028	16,54206

a. ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Lett

Independent Samples Test^a

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Tid til PF	Equal variances assumed	3,994	,051	,652	49	,518	10,47692	16,07804	-21,83310	42,78695
	Equal variances not assumed			,657	43,585	,515	10,47692	15,95323	-21,68333	42,63718
Tid til PV	Equal variances assumed	,390	,535	-1,854	49	,070	-46,31692	24,97853	-96,51315	3,87931
	Equal variances not assumed			-1,849	47,263	,071	-46,31692	25,05469	-96,71306	4,07921
Tid mellom PF og PV	Equal variances assumed	2,864	,097	-2,909	49	,005	-56,79385	19,52205	-96,02487	-17,56282
	Equal variances not assumed			-2,886	41,237	,006	-56,79385	19,67775	-96,52694	-17,06075

a. ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Lett

ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Middels

Group Statistics^a

	GRP	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Tid til PF	Styrkeløfter	11	200,8182	37,30903	11,24910
	Vektløfter	10	229,0000	55,01111	17,39604
Tid til PV	Styrkeløfter	11	702,6364	213,75419	64,44931
	Vektløfter	10	744,3000	220,02578	69,57826
Tid mellom PF og PV	Styrkeløfter	11	501,8182	193,59898	58,37229
	Vektløfter	10	515,3000	213,76729	67,59915

a. ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Middels

Independent Samples Test^a

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Tid til PF	Equal variances assumed	1,794	,196	-1,386	19	,182	-28,18182	20,33533	-70,74415	14,38051
	Equal variances not assumed			-1,360	15,639	,193	-28,18182	20,71628	-72,18084	15,81720
Tid til PV	Equal variances assumed	,245	,626	-,440	19	,665	-41,66364	94,70383	-239,881	156,5538
	Equal variances not assumed			-,439	18,688	,665	-41,66364	94,84118	-240,393	157,0659
Tid mellom PF og PV	Equal variances assumed	,524	,478	-,152	19	,881	-13,48182	88,87265	-199,494	172,5308
	Equal variances not assumed			-,151	18,279	,882	-13,48182	89,31388	-200,918	173,9547

a. ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Middels

ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Tung

Group Statistics^a

	GRP	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Tid til PF	Styrkeløfter	4	167,0000	23,81876	11,90938
	Vektløfter	8	212,7500	22,61321	7,99498
Tid til PV	Styrkeløfter	4	1155,750	1027,386	513,6932
	Vektløfter	8	1702,250	575,59379	203,5031
Tid mellom PF og PV	Styrkeløfter	4	988,7500	1010,599	505,2995
	Vektløfter	8	1489,500	570,95184	201,8620

a. ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Tung

Independent Samples Test^a

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Tid til PF	Equal variances assumed	,051	,825	-3,251	10	,009	-45,75000	14,07325	-77,10715	-14,39285
	Equal variances not assumed			-3,189	5,808	,020	-45,75000	14,34409	-81,13225	-10,36775
Tid til PV	Equal variances assumed	1,659	,227	-1,205	10	,256	-546,50000	453,55786	-1557,09	464,0899
	Equal variances not assumed			-,989	3,974	,379	-546,50000	552,53439	-2084,61	991,6112
Tid mellom PF og PV	Equal variances assumed	1,611	,233	-1,118	10	,290	-500,75000	447,73734	-1498,37	496,8710
	Equal variances not assumed			-,920	3,990	,410	-500,75000	544,12849	-2012,93	1011,427

a. ØVELSE = SKRÅ BENK, Belastningsgruppe = Tung