

Eirik Hole

En casestudie av kastere på internasjonalt nivå

Masteroppgave i Idrettsvitenskap
Institutt for Fysisk Prestasjonsevne
Norges idrettshøgskole, 2021

Sammendrag

Introduksjon: For utøvere i idretter der prestasjonen i stor grad bestemmes av evnen til å utvikle høy «power» (effektutvikling; W) i korte tidsrom, ligger det en utfordring i å vite hva slags type styrketrening som skal prioriteres: Maksimal styrke med tunge vekter og trege bevegelser, eller eksplosiv trening med lettere vekter og raske bevegelser? I senere tid har det blitt populært å benytte seg av såkalte kraft-hastighet-profiler (KH-profiler), for å undersøke dette i f.eks. beinpress, knebøy og benkpress. Treningen til en utøver på høyt nivå er imidlertid kompleks og sammensatt, så en fremgangsmåte for å få en dypere og helhetlig forståelse av forholdet mellom «eksplosiv» trening og tung styrketrening, er å studere de beste utøverne. Det kan være nyttig både å undersøke hvordan de har utviklet seg (retrospektive analyser) og hvordan de utvikler seg videre. Hensikten med denne studien var derfor å studere tre av Norges beste utøvere i kastøvelser i friidrett: Hvordan utviklet de seg fra juniornivå til senior (nåtid, 2021), og hvordan utvikler deres KH-profiler seg gjennom en treningsperiode?

Metode: En sleggekaster og to diskoskastere på internasjonalt elitenivå ble rekruttert til denne studien. Historiske prestasjonsresultater i kastøvelsen, samt historiske treningsrekorder og «perser» fra ulike fysiske tester (som 1RM i knebøy, markløft og frivending) ble samlet inn. Det ble også gjennomført et kvalitativt intervju. Videre ble utøverne testet i generelle (svikthopp, beinpress og benkpress) og spesifikke (kast med ulik motstand) KH-profil-tester. To av utøverne ble testet etter sesongslutt og før neste sesongstart, for å studere om KH-profilene endret seg i løpet av en treningsperiode. Korrelasjoner mellom testresultater, rekorder og konkurranseresultater ble gjennomført for å se hvilke tester og fysiske egenskaper som var best assosiert med prestasjon (kastlengde i konkurranser). Intervjuene ble analysert for treningsinnhold og prioriteringer av maksimalstyrke og eksplosiv styrke. Utvikling av rekorder, «perser» og prestasjonsnivå ble så sett i lys av informasjonen fra intervjuene.

Resultater: Utøvernes utvikling fra juniornivå til internasjonalt seniornivå har vært preget av et fokusskifte fra variert trening, eksplosiv styrke og stor mengde kasttrening, til fokus på maksimal styrke og etter hvert mindre mengde kasttrening. Alle utøverne økte i eksplosiv styrke og styrke frem til 21-22 år, deretter fortsatte de økningen av maksimal styrke samt kroppsvekt.

Maksimal styrke i markløft og knebøy, og eksplosiv styrke i form av frivending og peak power i vertikalt hopp var kvalitetene som korrelerte best med kastlengde. Det ble sett forbedringer i de generelle KH-profilene etter en lengre treningsperiode. De spesifikke KH-profilene viste forbedringer eller ingen endring i samme periode.

Diskusjon og konklusjon: Utøverne i denne studien har fra juniornivå til ~ 21,5 år hatt en gjennomgående positiv utvikling i både maksimal og eksplosiv styrke, samt kastlengde, i sine respektive øvelser. Deretter har utviklingen av den eksplosive styrken flatet ut, mens maksimalstyrke synes å fortsette en positiv utviklingstrend, mens trenden for utviklingen i kast-lengden er ulik for utøverne. Inn mot sesong høyreforskjøv utøverne KH-profilen og generelt produserte mer power. Denne studien synes å fortelle at utøvere i kast har nådd et tak for å hente ut treningseffekt av eksplosiv styrketrening, mens de fortsatt har et potensial i å øke muskelmasse og maksimalstyrke. Selv om eksplosiv trening ikke er direkte utviklende, kan den fortsatt være avgjørende for å overføre økt maksimalkraft til kastprestasjon.

Innhold

Sammendrag	3
Innhold.....	5
Forord	8
Definisjoner.....	9
1. Introduksjon	10
2. Teori.....	12
2.1 Kast i friidrett.....	12
2.1.1 Faktorer som påvirker prestasjonen i kast.....	12
2.1.2 Diskos.....	13
2.1.3 Slegge.....	15
2.2 Arbeidskrav for kastere.....	17
2.2.1 Evne til å utvikle stor kraft (styrke):.....	17
2.2.2 Evne til å oppnå stor hastighet (eksplosiv styrke):.....	19
2.2.3 Høyde vekt og erfaring.....	19
2.3 Kraft-Hastighetsforholdet	21
2.4 Krafthastighetsprofiler (KH-profil).....	22
2.4.1 KH-profilering og trening	24
2.5 Trening	24
2.5.1 "General adaptation syndrome" (GAS) (generell tilpasning).....	24
2.5.2 Belastning	24
2.5.3 Progresjon og variasjon.....	25
2.5.4 Spesifisitet.....	26
2.5.5 Trening for utvikling av maksimal styrke	26
2.5.6 Trening av eksplosiv styrke	26
2.5.7 Klassisk periodisering	27
3. METODE	29
3.1 Casestudie	29
3.2 Innsamlingsstrategier.....	30
3.3 Utvalg og rekruttering av forsøkspersoner	31
3.3.1 Samtykke.....	31

3.4	Datainnsamling av resultater	31
3.4.1	Resultater i konkurranse	31
3.4.2	Historiske testresultater fra Olympiatoppen	32
3.4.3	Historiske perser fra trening	32
3.4.4	Fysiske tester (KH-Profil)	33
3.5	Analyser.....	34
3.5.1	Fremstilling av trender og statistiske analyser.....	34
3.6	Kvalitative data.....	36
3.6.1	Intervju.....	36
3.6.2	Intervjuguide.....	37
3.6.3	Gjennomføring av intervju.....	37
3.6.4	Transkripsjon av intervju.....	38
3.6.5	Analyse av intervju.....	38
3.7	Forskerrollen.....	39
3.8	Feilkilder	40
3.9	Etiske betraktninger.....	40
4.	Resultater.....	42
4.1	Utøvere.....	42
4.2	Utøver 1 – Sleggekaster.....	43
4.2.1	Treningsoversikt.....	44
4.2.2	Utvikling av fysiske resurser.....	46
4.2.3	Oppsummering:	49
4.2.4	Trening mellom pre og post test KH-profil	49
4.2.5	KH-profiler.....	50
4.3	Utøver 2 - Diskos.....	53
4.3.1	Treningsoversikt.....	54
4.3.2	Utvikling av fysiske resurser.....	56
4.3.3	Oppsummering:	60
4.3.4	Trening mellom pre og post test KH-profil	61
4.3.5	KH-profiler.....	61
4.4	Utøver 3 - Diskos.....	65
4.4.1	Treningsinnhold	66
4.4.2	Utvikling av fysiske resurser.....	68
4.4.3	Oppsummering	71

4.4.4	KH-profiler.....	71
5.	Diskusjon.....	74
5.1	Utvikling av styrke og eksplosiv styrke	74
5.2	Fordel å trene mye eksplosiv styrke i ung alder eller bare naturlig?.....	75
5.3	Balanse i utvikling	76
5.4	Korrelasjoner med kastlengde.....	77
5.5	Forventninger til videre fremgang	77
5.6	KH-profiler	78
5.7	Svakheter ved studien og videre undersøkelser	79
6.	Oppsummering og konklusjon	82
6.1	Utøvernes utvikling.....	82
6.2	Endring i KH-profiler.....	82
	Referanser:.....	83
7.	Tabelloversikt.....	87
8.	Figuroversikt.....	89
	Vedlegg	91

Forord

Etter 5 år med utsettelse har jeg nå endelig fullført masterprosjektet. Det var med overtro på egen selvdisciplin at jeg skulle klare å levere et ferdig produkt samtidig som jeg var med USA på Alpine World Cup gjennom hele året i sesongen 2014/2015. Det ville jo seg selvsagt slik at også dette året skulle jeg bli med på World Cup, men med en mye større forståelse for arbeidskravet for oppgaven. Tvillinger på vei var også en sterk motivasjonsfaktor for å fullføre, nå eller aldri. For at det i det hele tatt skulle skje, har noen mennesker gjort en stor innsats for å støtte meg. Kaia som har gått med tvillinger i magen (og etter hvert på armen) har behandlet meg som en bortskjemt toppidrettsutøver, mens hun selv har stått for den mest imponerende innsatsen fortjener den største takken. Skal prøve å få gjort opp i løpet av de neste fem til ti årene. Paul og Gøran som har hjulpet meg i alle faser av gjennomføringen med stort og smått, seint og tidlig, på telefon, zoom, teams og mail etter mail har vært helt avgjørende for at jeg faktisk kunne levere et produkt til slutt. Tusen takk til Kolbjørn for noe som sikkert ikke kostet han så mye tid, men sparte meg for ekstremt mye.

Det er en lettelse å levere, jeg har angret på at jeg ikke leverte forrige prosjekt i mange faser, og gledet meg over dette prosjektet i flere, når jeg har opplevd mestring, fremgang og oppdatert kunnskapen min som jeg kan dra nytte av i jobben videre. Takk også til Olympiatoppen for tilpasning av arbeidshverdagen for å kunne fullføre dette.

Definisjoner

Hentet fra Knuttgen and Kraemer (1987, p. 7).

- Kraft: Det som endrer eller har en tendens til å endre hvile- eller bevegelsestilstanden til et legeme, noe muskler skaper når de trekker seg sammen (oppgis i newton (N)).
- Arbeid (W): Kraft over en distanse (oppgis i (J), Joule)
- Power: Tiden på utførelsen av et arbeid. Produktet av kraft og hastighet (oppgis i watt (w)).
- Trening: All aktivitet som involverer produksjon av kraft fra muskler. Trening kan brytes ned til mekaniske enheter som kraft, dreiemoment, arbeid, power eller hastighet i en bevegelse.
- Trenings intensitet: Nivået av aktiviteten i musklene i relasjon til maksimal. Intensiteten kan måles på forskjellige måter, og i de fleste tilfeller i prosent av maks. Typisk benytter man seg av power (Kraft x hastighet), motstand i styrketrening (vekt løftet), hastighet eller størrelsen på isometrisk kraft man står imot.
- Dreiemoment: Kraften som påvirker et redskap til å rotere rundt en akse. Produktet av kraften og avstanden fra rotasjonspunktet til redskapen (oppgis i newtonmeter Nm).
- Styrke er evnen til å overvinne eller stå i mot en ytre belastning ved hjelp av muskulær kraft (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Denne evnen kan trenes med submaksimal motstand repetert til tretthet eller maksimal motstand (tung styrketrening).
- Eksplosiv styrke er evnen til å utvikle maksimal kraft på kortest mulig tid (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Denne evnen kan trenes med submaksimale motstander med maksimal innsats for høyest mulig hastighet.
- Relativ styrke: Kraft i relasjon til kroppsvekt (F/kg).
- Relativ Power: Power i relasjon til kroppsvekt (w/kg).

1. Introduksjon

I mange idretter kreves det både stor styrke og hurtighet, fordi det handler om å gjøre et arbeid så raskt som mulig; med andre ord der er viktig å oppnå høy power. Styrketrening blir ofte brukt av idrettsutøvere med den hensikt å øke evnen til utvikling av power. Utfordringen ligger i å vite hva slags type styrketrening som skal prioriteres: Maksimal styrke med tunge vekter og trege bevegelser, eller eksplosiv trening med lettere vekter og raske bevegelser. I denne sammenhengen har det blitt populært å etablere en kraft-hastighet-profil (KH-profil) for den enkelte utøver (Jimenez-Reyes, Samozino, Brughelli, & Morin, 2016). Denne profilen skal kunne si noe om hvilke av egenskapene, kraft eller hastighet, som er dominerende for power og derfor betydningsfull for hvordan treningen burde være for videre utvikling. For å kunne si noe om hvordan profilen til en utøver burde endres, er det fordelaktig å ha tilsvarende profiler fra utøvere på aller høyeste nivå i samme idrett for sammenligning (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006).

Utøvere i hopp, kast og sprint i friidrett, er en spesielt spennende gruppe utøvere å se på i relasjon til kraft-hastighets forholdet. fordi deres prestasjon, dersom man bort fra teknikk og ytre faktorer, i stor grad bestemmes av evnen til å utvikle kraft hurtig. I hopp og sprint gjelder det i stor grad høy kraft/power relativt til kroppsvekt, mens i kast er det viktigst med en høy absolutt kraft (spyd heller noe mer mot relativ) (Enoksen & Tønnessen, 2000). Konkurransesituasjonen er i utgangspunktet lik uansett hvor de konkurrerer (sett bort ifra været, og hvor gammelt anlegget er), og derfor er resultatene deres i konkurranse et godt mål på deres maksimale kapasitet for tidspunktet. Spesielt for kastere og hoppere som får 3 til 6 forsøk på å få frem sin aller beste prestasjon. I tillegg bruker disse utøverne mye tid på å utvikle styrke og eksplosiv styrke med hensikt å øke prestasjonen sin i konkurranse. Dette gjelder nok i alle høyeste grad for kastere. Så ved å se på de aller beste kasternes prestasjon i konkurranse opp mot utviklingen deres i styrke- og eksplosive styrkeøvelser, kan man si noe om hvordan kastere i fremtiden burde ta sikte på å utvikle seg.

En utfordring i forskning på idrettsutøvere, er å gjøre undersøkelser på de aller beste utøverne. For å gjøre en randomisert-kontrollert studie med treningsintervensjon må utøvere sette av 8-16 uker med trening som, for eliteutøvere, mest sannsynlig ikke er

den mest effektive treningen og derfor ikke ønskelig. Når det i tillegg er svært få utøvere som holder ekstremt høyt nivå i sin idrett (verdensmesterskap, Diamond League, OL), som ofte er spredt ut over store geografiske områder, blir det vanskelig å kunne skape en slik forskningssituasjon.

Denne studien vil fokusere på utøvernes maksimale- og eksplosive styrke, og med all tilgjengelig informasjon prøve å forstå bedre hvordan disse utøverne har utviklet slike ekstreme kapasiteter. Deres tilgjengelige testresultater og progresjonen til de verdiene de oppnår i dag, vil gjennomgås. Det må også legges til grunn en kvalitativ vurdering. Hvordan egen opplevelse av hva som har vært prioritert i treningsarbeidet, henger sammen med testresultatene. I tillegg ønsker jeg å se på om det er noen endring i deres individuelle KH-profiler etter en intensiv treningsperiode.

I denne studien er følgende forskerspørsmål utarbeidet:

1. Hvordan har tre norske utøvere i verdenseliten i kast-øvelser i friidrett, utviklet kapasiteten sin fra ungdom/junior og frem til i dag (seniornivå)?
2. Hvordan endres generelle og spesifikke kraft-hastighets-profiler seg fra starten av forberedelsesperioden, til sesongstart?

Interessen min for å gjøre denne typen studie, sprang ut fra Kraft-hastighetsprosjektet i Olympiatoppen. Dette prosjektet er et samarbeidsprosjekt med Norges idrettshøgskole, Universitetet i Agder (UiA) og Høgskolen i innlandet (INN). Når jeg begynte å sette meg inn i testing av KH-profiler fikk jeg inntrykk av at dette er noe vi i større grad burde benytte oss av hos eliteutøvere. Kraft-hastighetsprofiler synes å nemlig å kunne gi et bedre bilde av grunnleggende kapasiteter hos utøvere enn tradisjonelle tester, som bare undersøker maksimalkapasitet i en enkelt øvelse.

2. Teori

Dette kapitlet vil først dreie seg om kast i friidrett med en kort gjennomgang av teknikkene som anvendes i moderne diskos og slegge. Deretter beskrives de fysiske arbeidskravene som ligger til grunn for å kunne prestere på høyt nivå i disse idrettene, og hva eksisterende litteratur sier om hvordan man må trene for å oppfylle disse kravene. Siden de fysiske arbeidskravene er relativt like i slegge og diskos, kommer jeg ikke til å ta de for meg individuelt. Siste del vil gå dypere inn på relasjonen mellom kraft / hastighets profiler og hvordan de skal kunne være en bidragsyter for å i større grad treffe på treningen for å oppfylle arbeidskravene til kasterne.

2.1 *Kast i friidrett*

I alle kastøvelsene i friidrett er det lengde som er hovedmålet, likevel er det fortsatt et lite krav om treffsikkerhet for at kastet skal være gyldig ettersom man må treffe innenfor et spesifisert område (Bartlett, 2008). Kast i friidrett er ballistiske bevegelser, som betyr maksimal innsats for å akselerere en masse så mye som mulig i løpet av kastbevegelsen (Samozino, Rejc, Di Prampero, Belli, & Morin, 2012). Hastigheten på redskapen i frigjøringsfasen er avgjørende for prestasjonen (lengde) og derfor også kraften man klarer å påføre redskapen før frigjøringsfasen (Bartlett, 2008).

2.1.1 **Faktorer som påvirker prestasjonen i kast**

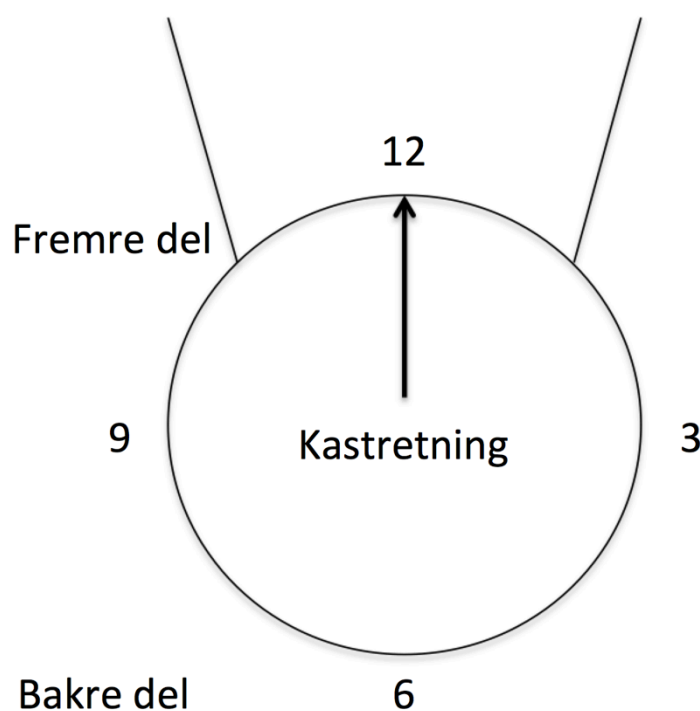
Hastighet i frigjøringsfasen bestemmes av kraften (F) man tilfører redskapen og distansen (s) denne kraften blir tilført over (arbeidsvei). Dette er definert som arbeid (W) ($W=F*s$) (Leigh, Gross, Li, & Yu, 2008). Arbeidsveien til en kaster bestemmes av utøverens teknikk og antropometri. Når tiden man har til rådighet for å tilføre kraft er svært kort, som i et kast, må kraften være svært høy for å kunne skape en stor økning i bevegelseshastigheten (Bantum, 2000; Bartlett, 2008). Produktet av kraft og hastighet eller arbeid per tidsenhet måles i ”power”, derfor er det kritisk for kastere å kunne utvikle høy ”power” (P).

I tillegg til utkast-hastigheten er det flere faktorer som er bestemmende for redskapens bane i svevet, og derfor lengde. Redskapens retning i forhold til horisontalplanet og høyden over bakken i frigjøringsfasen, bestemmes i stor grad av utøverens teknikk og høyde. Når redskapet er i luften, blir det påvirket av luftmotstand og gravitasjon. Diskos

er et typisk sidekast og det blir faktisk slegge også karakterisert som, siden de dominante bevegelsene like før frigjøringsfasen, er rotasjon i hofte og overkropp (Bartlett, 2008).

2.1.2 Diskos

Diskos er en klassisk kastøvelse i friidrett (Enoksen & Tønnessen, 2000). Øvelsen handler om å kaste et rundt redskap, som veier 2 kg (22cm diameter) for menn, og 1 kg (18cm diameter) for kvinner, så langt som mulig. For at kastet skal bli godkjent, må utøveren holde seg innenfor en sirkel med en kant av metall (på bakken) på 2,5 meter i diameter fra starten av kastet til diskosen har landet i landingssektoren. Først da kan utøveren forlate sirkelen, men bare ut av bakre halvdel. I en konkurransesituasjon gjør utøveren tre til seks kast og det lengste kastet er tellende. Dersom to utøvere ender med like langt lengste kast, blir det nest lengste kastet tellende for hvem som vinner (WorldAthletics, 2019).



Figur 1: Kast-ring for slegge og diskos (slegge-ringens er 2,135 m, og diskos-ringens er 2,5 m i diameter).

Produktet av de fysiske og tekniske faktorene gir diskosen, i frigjøringsfasen, en utgangs -hastighet, -høyde, og -retning som er bestemmende for lengden (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). På grunn av diskosen sin form som gjør at den "flyter"

eller kan bevege seg sidevegs på grunn av spinn, gjør at spinn og vinkel på selve diskosen i utkastet også påvirker kastlengden (Bartlett, 2008). Faktoren som likevel har størst påvirkning på kastlengden er den vertikale og horisontale hastigheten i frigjøringsfasen (Leigh et al., 2008).

Teknikk

Teknikken utøverne bruker for å ende opp med størst mulig hastighet på diskosen i frigjøringsfasen er basert på rotasjon. Gjennom en total rotasjon på 630 grader samtidig som utøveren beveger seg mot kastretningen skal kast armen skal være ”løs og avslappet” (Bantum, 2000). Kastet deles gjerne inn i flere faser (for høyrehendt kaster) beskrevet av Bantum (2000):

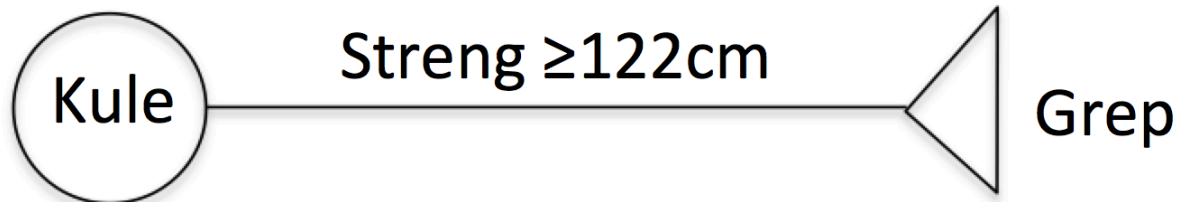
1. Starten av kastet: Kasteren vil starte med ryggen mot kastretningen (ser mot klokken 6) i bakre del av ringen (Fig) og rotere diskosen mot cirka klokken 12, 90 grader ut fra overkroppen. Målet med svingen bak er å øke arbeidsveien så mye som mulig uten å ødelegge for den ideelle posisjonen å starte fra (Bartonietz, 2008). Rotasjonen starter så motsatt vei (mot venstre), man flytter kroppsvekten over på venstre tå ball, og roterer videre rundt denne til man ser mot klokken 12.
2. Skyv gjennom ringen: Videre skyver man fra tå ballen på venstre fot samtidig som man hurtig trekker opp høyre kne. Dette vil gjøre at kasteren beveger seg fremover mot kastretningen, samt øke rotasjonshastigheten for å fullføre rotasjonen midt i ringen.
3. Rotasjonen midt i ringen: Skyvet resulterer i en kort sving-fase samtidig som kasteren roterer. Det er viktig at man lander på tåball nær senter av sirkelen med tåen pekende rundt klokken 9, med fleksjon i kne og hofte på høyre fot slik at man har rom for å bevege seg videre. For å øke rotasjonshastigheten er det viktig at venstre fot kommer nærmere høyre når man roterer videre, og venstre fot kommer rundt mot fremre del av ringen samtidig som overkroppen peker mot klokken 6. Det er underkroppen, med ben og bekken som motor, som leder rotasjonsbevegelsen (Enoksen & Tønnessen, 2000)
4. Frigjøringsfasen: Når begge føttene er tilbake på bakken starter utkastet. Man fortsetter å rotere med høyre fot, som gjør at høyre hofte kommer foran (nærmere fremre del av ringen) skulderen og kastarmen. Når armen og diskosen

kommer rundt fra bakre del av ringen skal man stramme opp/ stemme venstre siden av kroppen samtidig som man på høyre side fortsetter å øke rotasjonshastigheten i diskosen til frigjøringen rundt klokken 2. Som når man strammer opp en fjær, for så å slippe den opp (Enoksen & Tønnessen, 2000).

5. Stoppsteget: Etter frigjøringen, gjør utøveren et hopp til høyre fot og sparker venstre ut bak for å best mulig holde seg balansert og unngå en feil som gjør at kastet ikke kan måles (dødt kast).

2.1.3 Slegge

Slegge øvelsen handler om å kaste en kule av metall, som er festet til et grep med en stålstring (Fig 2), så langt som mulig. Kulen veier 7,26 kg for menn og 4 kg for kvinner og strengen kan maksimalt være 122 cm lang. For at kastet skal bli godkjent må utøveren holde seg innenfor en 2,135 meter i diameter sirkel, og kan ikke forlate sirkelen før sleggen har landet innfor et markert 35 graders område, og da bare fra bakre halvdel av sirkelen. En utøver kaster normalt fire til seks kast i løpet av en konkurranse (WorldAthletics, 2019)



Figur 2: Slegge

Teknikk

Et kast består typisk av to forberedende arm-rotasjoner med sleggen på stedet, og påfølgende 3 til 4 rotasjoner der utøveren roterer på venstre fot med et aktivt skyv fra høyre fot i hver rotasjon frem til utkastet (Schmolinsky, 1996). De fleste mannlige utøverne på internasjonalt toppnivå kaster nå med 4 fulle rotasjoner (Bartonietz, 2008). Utøveren roterer fra venstre hel til tå, noe som gjør at det også blir en bevegelse fremover gjennom ringen mot kastretningen. Sleggens bane i forhold til horisontalplanet og hvor høyeste og laveste punkt er i hver enkelt rotasjon er kritisk for effektiv teknikk (Schmolinsky, 1996)

Faktoren som har størst påvirkning på kastlengden er hastigheten på redskapen i frigjøringen, og for å kaste 75 meter eller lenger må redskapen ha en hastighet på 27-28 m/s når den slippes (Schmolinsky, 1996). De andre faktorene utøveren kan påvirke er vinkelen i forhold til horisontalplanet og høyden på redskapen i frigjøringen, men de verdiene handler om å være mest mulig optimale, i forhold til hastigheten som ønskes å være maksimal (Bartonietz, 2008). Sleggekast er en omfattende øvelse og de forskjellige fasene av kastet blir godt beskrevet av Schmolinsky (1996):

1. Startposisjon: Utøveren starter med ryggen mot kastretningen og det vanligste er å starte med sleggen bak høyre fot så langt ut til siden som man rekker. Med venstre hånd innerst og høyre hånd over, litt fremoverbøyd og vekten på høyre fot kan kastet begynne fra stillestående.
2. De forberedende armrotasjonene starter med å heve overkroppen og armene slik at redskapen løftes opp og frem, for så å skape en rytme med å svinge redskapen frem og tilbake. Når man svinger tilbake til utsiden av høyre fot kan man starte armrotasjonene. For lengst mulig arbeidsvei er armene mest mulig utstruktet så lenge som mulig. Utøveren må stå imot de økende sentrifugalkreftene med å flytte hoften i motsatt retning av redskapen for å opprettholde balanse. Laveste punktet i sleggens bane skal være til høyre foran utøveren (klokka 8) mens høyeste punkt er til venstre bak utøveren (klokka 2).
3. Overgang fra armrotasjon til første rotasjon: Når armene kommer rundt fra andre armrotasjon starter det aktive arbeidet med underkroppen for å akselerere rotasjonen med å flytte tyngdepunktet over på venstre fot og senke det noe og høyre fot roteres over på tå. Når redskapen er på sitt laveste punkt, begynner venstre fot å rotere fra hel mot tå og når laveste punkt er passert kommer høyre side av kroppen rundt i en hurtig bevegelse.
4. Rotasjonene: Når utøveren har startet å rulle fra hel mot tå på venstre fot og redskapen peker mot klokken 3 fra skulderhøyde starter den første ett-bens fasen. Venstre fot ruller over yttersiden av tå ball og redskapen passerer det høyeste punktet i banen mens høyre fot kommer rundt venstre for å raskt få høyre fot tilbake på bakken for neste to bens fase der rotasjonshastigheten videre kan økes med ny kraftinnsats fra ben. Her er det essensielt at venstre hel er raskt i bakken igjen for å kunne igangsette en ny kraftinnsats (Bartonietz, 2008). En målsetning er å ha så kort en-fots fase som mulig, for å ha en lengre to-fots fase

der man kan aktivt øke hastigheten på redskapen (Bartonietz, 2008). Rotasjonshastigheten øker fra en rotasjon til neste, samtidig minker radiusen på grunn av at utøver må kompensere for den økende sentrifugalkraften (Bartonietz, 2008).

5. Frigjøringsfasen: Starter når høyre fot treffer bakken bestemt og hurtig etter siste rotasjon. Når redskapen nærmer seg laveste punkt begynner utøveren å aktivt strekke bena. Videre skyves høyre hofta fremover og roterer videre mot venstre side som man strammer opp, og i det kulen har passert laveste punkt av banen følger man opp med å aktivt heve bryst og skuldre opp til venstre. Hofta roterer gjerne litt forbi skulderen når man, strekker ut venstre ben og avslutter med et kraftig drag fra armene, og slipper omtrent klokken 3 mens armene fortsetter oppover etter frigjøringen.
6. Innhentning: For å unngå å trække over linjen må utøveren absorbere hastigheten ved å bytte plass på føttene og senke tyngdepunktet igjen for lettere kunne stabilisere seg.

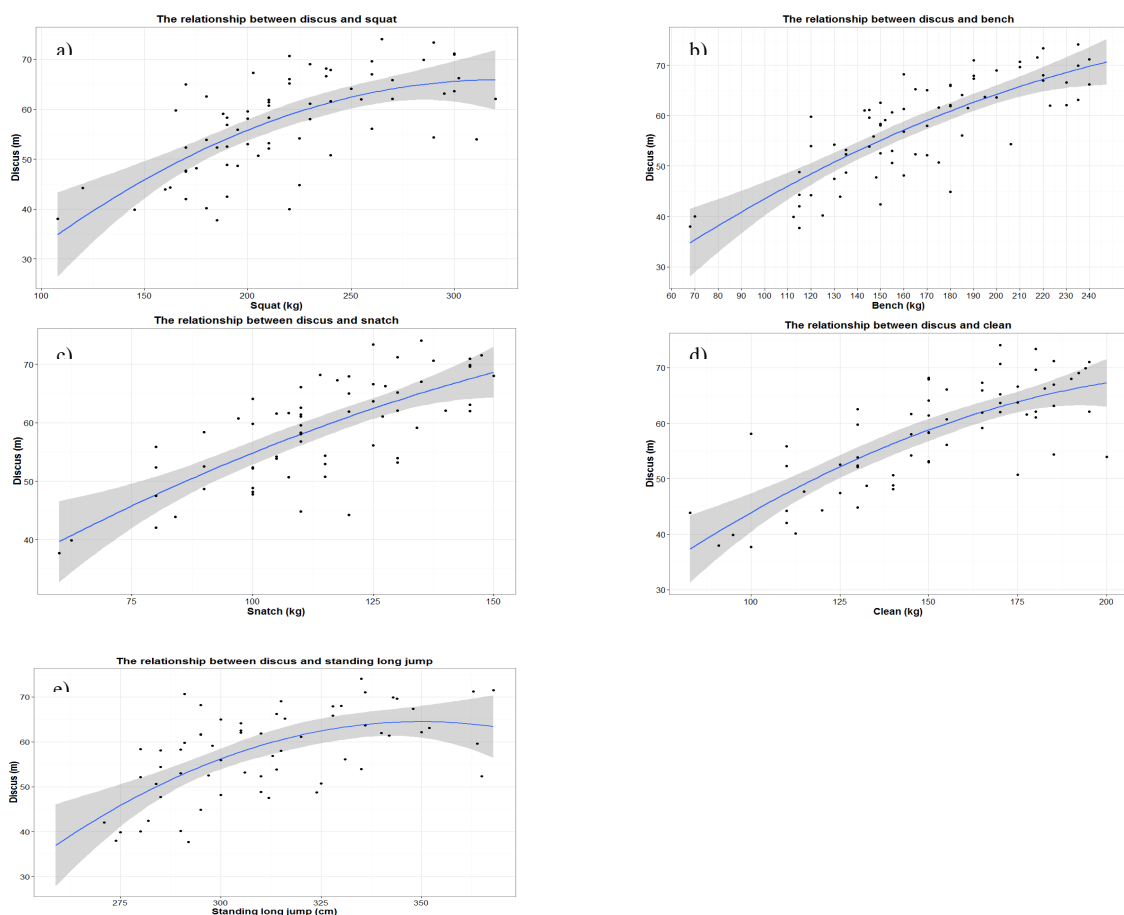
2.2 Arbeidskrav for kastere

Ifølge Tønnesen og Enoksen (2000) er det kastøvelsene i friidrett som stiller høyest krav til fysiske ressurser. Man må være sterk, rask, spenstig, smidig og teknisk dyktig for å kunne hevde seg. Teknikken vesentlig for prestasjonen, men i både diskos og slegge er det avgjørende å kunne utvikle stor kraft og hastighet for å oppnå lange kast (Enoksen & Tønnessen, 2000; Schmolinsky, 1996). I tillegg kommer høyde, vekt, alder og erfaring faktorer (Schmolinsky, 1996). Friidrettsforbundet (NFIF) har svært spesifikke arbeidskrav for treningsøvelser basert på kastlengde.

2.2.1 Evne til å utvikle stor kraft (styrke):

Når man skal håndtere en slegge på 7,26 kg som beveger seg med en hastighet opp mot 28 m/s, er det ikke noen tvil om at man trenger stor styrke. I siste del før utkastet, kan sentrifugalkraften en sleggekaster må stå i mot være opp mot 300 kg, noe som stiller store krav til styrken i bein, rygg og hender (Judge, Bellar, McAtee, & Judge, 2010; Schmolinsky, 1996). For en diskoskaster er de samme muskelgruppene, men også brystet er en svært viktig bidragsyter i utkastet. Maksimal styrke har vist sterk relasjon til prestasjon i øvelser som er avhengig av power og hastighet, slik som slegge og diskos. 1RM Benkpress har vist sterk sammenheng med prestasjon i kulestøt og diskos,

og maksimal kraft kapasitet i underkroppen har vist signifikant betydning for prestasjonen i kast (Aunevik-Berntsen, 2016; Stone, Moir, Glaister, & Sanders, 2002; Gerasimos Terzis, Kyriazis, Karampatsos, & Georgiadis, 2012; Zaras et al., 2013; Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). For å kaste over 63 m i diskos og 77 m i slegge hevder NFIF at man burde løfte 250 kg i knebøy, og for diskoskastere 190 kg i benkpress (Tønnessen & Enoksen, 2021a, 2021b). Under et norsk trenerseminar ble det presentert upubliserte data fra en spørreundersøkelse fra 80 diskoskastere fra middels til høyt internasjonalt nivå om hva persene deres i forskjellige øvelser var når de kastet sine lengste kast (Figur 3). Konklusjonen etter OLS regresjonsanalyse var at det er en sterk sammenheng mellom styrkeøvelsene og kastlengde. Effekten av ytterligere økning i Benkpress (b) er nærmest ikke avtagende, noe som er tydelig for knebøy (a. For kastere på lavere nivå med liten muskelmasse, fant Zaras et al. (2013) at over en 6 ukers treningsperiode var styrketrening like effektivt på kastlengden som powertrening, mens en fordel med styrketreningen var økt muskeltvernsnitt.



Figur 3: Sammenhengen mellom kastlengde (diskos) og styrkeøvelsene a) knebøy, b) benkpress, og powerøvelsene c) rykk, d) frivending og e) stille lengde (med tillatelse fra Aunevik-Berntsen (2016))

2.2.2 Evne til å oppnå stor hastighet (eksplosiv styrke):

Stor kraft alene, vil ikke gjøre jobben for kasterne. Poprawski (1987) fant ingen forskjeller i maksimal styrke på sin beste utøver sammenlignet med de nest beste (verdensklasse kulestøter). Det som utgjorde forskjellen i deres kapasiteter var hvor raskt de kunne flytte submaksimale motstander. Det var tydelig at den beste kasteren hadde en signifikant bedre eksplosiv styrke enn resten. Eksplosiv styrke i underkroppen i sesong har også i større grad vært relatert til prestasjon for dyktige kulestøtere. Med totalt 1,7 sekunder tilgjengelig for å oppnå hastigheter på >25 m/s i slegge, er hastigheten man klarer å øke kraften med (eksplosiv styrke) bestemmende for utfallet (Schmolinsky, 1996). Tiden man har på seg til å tilføre kraft i to fots fasen blir kortere og kortere for hver rotasjon og i tredje rotasjon er tiden man har til rådighet mellom 0,18-0,22 sek (Bartonietz, 2008). Det samme gjelder for diskoskastere som må gjøre jobben på enda kortere totaltid for å oppnå hastigheter nærmere 25 m/s i frigjøringsfasen. For å oppnå slike hastigheter må man kunne tilføre kraft til diskosen ved høyest mulig hastighet (Schmolinsky, 1996). Denne evnen blir i stor grad bestemt av utøvernes muskelfibertypesammensetning (forklares i avsnitt "Kraft-Hastighetsforholdet"). NFIF (Tønnessen & Enoksen, 2021a, 2021b) har, som en del av arbeidskravene for kastere på internasjonalt nivå, satt muskelfibertypesammensetning som en viktig egenskap for å kunne hevde seg (>70% type II fibre). I tillegg hevder de at man burde løfte 170kg i frivending og 130 i rykk, samt gjøre 330cm i stille lengde og 58cm i CMJ for å ha kapasitet til å kaste 63m og 77m i diskos og slegge. I figur 3 vises også en sterk sammenheng mellom kastlengden og både rykk (c) og støt (d), mens stille lengde (e) ikke ser ut til å ha noen påvirkning på kastlengde over 325 cm.

2.2.3 Høyde vekt og erfaring

Av øvelsene i friidrett er det kasterne i diskos, slegge og kulestøt som skiller seg da de typisk er høye og tunge. I finalen i de siste to Olympiske leker (2012 og 2016) ble utøvernes høyde og vekt målt (se Tabell 1 og 2). Det viser en tydelig trend for hvilken kroppstype som er ideelt for å hevde seg på det øverste nivået. Høyden er i stor grad med på å bestemme høyden på redskapen i frigjøringsfasen. Lange armer, som man ofte finner på høye mennesker, er viktige for å kunne skape en lengst mulig arbeidsvei. For diskoskastere spesielt er det ideelt med lange armer (Babbitt, 2000; Schmolinsky, 1996). Størrelsen på kasterne vil også naturlig medføre en over gjennomsnittlig tung idrettsutøver, men kroppsvekten er også et resultat av behovet for stor styrke, noe som i

stor grad bestemmes av størrelsen på muskelmassen (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). For idretter som kast der det er en definert motstand i redskapen som kastes, er den absolutte styrken (F) viktigere enn den relative (F/kroppsvekt). Fettfri masse og størrelsen på muskelmassen ser ut til å være vesentlig for prestasjonen hos utøvere på nasjonalt nivå (G. Terzis, Spengos, Kavouras, Manta, & Georgiadis, 2010).

Tabell 1: Oversikt alder, kroppsvekt og høyde på sleggekastere i OL London 2012 og Rio 2016. Fra *The Guardian* (Rogers, Couvée, & Buckley-Irvine, 2012) og (Riggott, 2017).

Diskos London	Alder	Høyde	Vekt
Gjennomsnitt (n= 36)	28,5 ± 5	195,1 ± 5	120,2 ± 12
Gjennomsnitt Finale (n=12)	28,7 ± 5	196,8 ± 5	120,3 ± 10
Gjennomsnitt Medalje (n=3)	29,0 ± 3	196,3 ± 4	121,0 ± 9
Vinner (n=1)	27	201	126
Diskos Rio			
Gjennomsnitt for konkurranse (n=	28,1 ± 5	196,3 ± ,1	119,1 ± 16
Gjennomsnitt Finale (n=12)	28,8 ± 4	198,8 ± ,1	127,3 ± 12
Gjennomsnitt Medalje (n=3)	28,7 ± 3	200,3 ± ,1	140,7 ± 5
Vinner (n=1)	26	200	130

Tabell 2: Oversikt alder, kroppsvekt og høye på diskoskastere i OL London 2012 og Riol 2016. Fra *The Guardian* (Rogers et al., 2012) og (Riggott, 2017)

Slegge London 2012	Alder	Høyde	Vekt
Gjennomsnitt for konkurranse	29,6 ± 6	187,3 ± 5,6	112,2 ± 10,4
Gjennomsnitt Finale (n=11)	31,5 ± 4	187,7 ± 2,8	114,0 ± 8,2
Gjennomsnitt Medalje (n=3)	33,0 ± 3	187,7 ± 0,6	109,3 ± 9,3
Vinner (n=1)	30,0	188,0	117,0
Slegge Rio 2016			
Gjennomsnitt for konkurranse	29,2 ± 5	187,2 ± ,0	109,7 ± 9
Gjennomsnitt Finale (n=12)	29,9 ± 6	188,2 ± ,1	107,8 ± 9
Gjennomsnitt Medalje (n=3)	33,7 ± 6	189,7 ± ,1	119,3 ± 9
Vinner (n=1)	27	192	110

Stone et al, (2003) fant at prestasjonen til sleggekastere på universitetsnivå var relatert til hvor mange år de har kastet og antall kast per år. Det virker å være enighet om at erfaring (hvor mange år man har kastet) er en viktig faktor for utøvere på høyt internasjonalt nivå, på grunn av tiden det tar å opparbeide seg en solid fysisk og teknisk plattform (Schmolinsky, 1996). Hollings, Hopkins, and Hume (2014) har undersøkt alderen på beste prestasjon for utøvere som var i OL- eller VM- finaler mellom 2000-2009. Der fant de at aldersgjennomsnittet for beste prestasjon (peak performance) var 28,5 ± 2,2 år (n=29) for diskoskastere og 28,2 ± 2,9 år (n=23) for sleggekastere (herrer). De definerte en periode for hver utøvers beste prestasjoner (prestasjon innenfor minste

betydningsfulle endring som var satt til 1% for kastere) og fant at snittet var $5,8 \pm 1,4$ år for diskoskastere og $6,0 \pm 2,3$ år for slegge. Om man sammenligner funnene deres i de andre øvelsene (ikke kast) er det tydelig at kasterne (alle øvelser $28,0 \pm 0,4$) i denne perioden, oftere er i sitt livs form i en høyere alder enn i løp (sprint og hekk $25,2 \pm 0,3$, mellomdistanse $24,9 \pm 0,3$ og hopp $25,8 \pm 0,3$) (Hollings et al., 2014).

2.3 Kraft-Hastighetsforholdet

Forholdet mellom kraft og hastighet antas å basere seg på grunnleggende egenskaper i muskelen, nemlig at det er et inverst forhold mellom kraft og forkortningshastighet (Alcazar, Csapo, Ara, & Alegre, 2019). Det vil si at høyere hastighet betyr lavere kraft, og motsatt; lavere hastighet betyr høyere kraft (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Dette forholdet er igjen sterkt avhengig av fibertypesammensetningen i muskelen, fordi type-2-fibre er raskere enn type-1-fibre (Fitts & Widrick, 1996). For en isolert muskel er KH-forholdet kurvelineært (hyperbolsk), men på grunn av ulike biomekaniske forhold, blir KH-forholdet lineært for flerleddsbevegelser som knebøy, beinpress og benkpress (Alcazar et al., 2019; Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). I kast der tiden man har for å skape kraft er kort, og derfor er hvor hurtig man kan oppnå høy kraft en viktig egenskap (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Evnen til å utvikle maksimal kraft på minimal tid er definert som utøverens eksplosive styrke (rate of force development). Dette er ikke det samme som power, men en av ferdighetene for å oppnå høy gjennomsnittlig power i en bevegelse med kort tid til å tilføre kraft (Cronin & Sleivert, 2005). Tiden det tar å oppnå maksimal kraft varierer mellom personer, men det tar gjennomsnittlig mer enn 0,3-0,4 sekund i isometriske tester (Vladimir M. Zatsiorsky, 2003). Når en sleggekaster har 0,18-0,22 sek på å nå høyest mulig kraft er hastigheten på kraftutviklingen kritisk. I praksis betyr det for en kaster at jo lettere redskapen er, jo høyere bevegelseshastighet kan man oppnå, men samtidig blir tiden man har til rådighet for å tilføre kraft kortere, og derfor kraften lavere. I motsatt fall jo tyngre redskapen er, jo lavere blir hastigheten og derfor tiden til rådighet for å tilføre kraft lengre, som resulterer i større kraft. Kraften man produserer blir lavere og lavere etter hvert som motstanden blir lavere og tilgjengelig tid blir kortere. Forskjellen mellom maksimal kraft (F_{maks}) oppnådd under optimale arbeidsforhold (bedre tid) og maksimal kraft oppnådd i den spesifikke situasjonen, for eksempel kraft oppnådd 1 RM knebøy minus kraft oppnådd i et vertikalt hopp med kun kroppsvekt, kalles «explosive strength deficit (ESD)» (eksplosiv-styrke-svikt). I

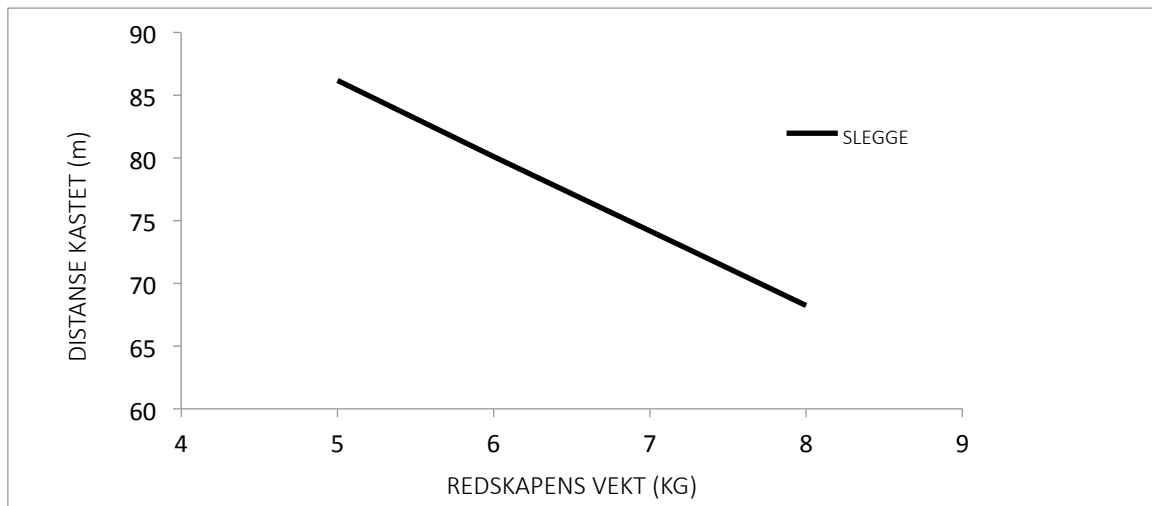
frigjøringsfasen i kast er ESD rundt 50% av F_{maks} , og for å øke kraften i kastet må man derfor øke F_{maks} eller redusere ESD (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Derfor blir det et viktig spørsmål om utøver skal fokusere på kraft eller hastighet/eksplosivitet (redusere ESD) for å øke prestasjonen. For yngre (svakere) utøvere vil det normalt være et stort prestasjonspotensial i å øke maksimal styrke (mens ESD-opprettholdes), fordi maksimalstyrken kan økes med over 100%, f.eks. fra 75-150 kg i benkpress (100% økning i maksimal kraft gir da 50% økning i kast-kraft).

Etter hvert som både teknikk og styrke forbedres, øker hastigheten på bevegelsen. Ved å bli bedre, gir man seg derfor dårligere arbeidsvilkår for å utvikle kraft, og den eksplosive styrken bli enda viktigere. På samme måte som prestasjonen i svikthopp ser ut til å øke for utøvere som blir sterkere opp til et visst nivå der videre økning av styrke ikke har noe betydning for prestasjonen lenger, vil det eksistere et slikt nivå for styrke i kastøvelsene (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006).

2.4 Krafthastighetsprofiler (KH-profil)

For å etablere en KH-profil, måler man kraft og hastighet ved maksimal innsats på forskjellige motstander, typisk fra kroppsvekt til over 100 kg i knebøyhopp (motstanden justeres etter utøverens styrke) (Garcia-Ramos, Feriche, Perez-Castilla, Padiál, & Jaric, 2017). For idrettsutøvere benyttes gjerne knebøy/hopp med ekstra motstand. Basert på dataene kan man lage en lineær regresjonslinje og ekstrapolere den teoretiske maksimale kraften (F_0) (kraft ved ingen hastighet) og den teoretiske maksimale hastigheten (V_0) (hastighet ved ingen kraft) (Samozino et al., 2012). Teoretisk maksimal power kan estimeres ved $(F_0 \cdot V_0)/4$, og stigningstallet til KH-profilen (altså regresjonslinja) som F_0/V_0 (Samozino et al., 2012).

I denne sammenheng er kastøvelsene i friidrett særlig interessante fordi man ved å kaste med redskaper med ulik masse, vil kunne etablere et KH-forhold i selve kastøvelsene (spesifikk KH-profil) (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Der hastigheten representeres av lengden på kastet, og kraften representeres av vekten på redskapen (Figur 4).



Figur 4: Forholdet mellom kastlengde (hastighet) og redskapens vekt (kraft).

For å forbedre KH-profilen foreslår Zatsiorsky & Kraemer (2006) 4 forskjellige treningsmetoder (basert på intervensjon av V.M. Zatsiorsky and Karasiov (1978)).

- A) Uerfarne utøvere bør forbedre hele kurven ved variert trening (en parallellforskyvning av hele kraft-hastighetsforholdet)
- B) Trening med tung motstand og lav hastighet, skal forbedre prestasjonen i kast av tyngre redskaper. Samtidig skal den også trekke profilen i en mer positiv retning på standardvekten.
- C) Trening med lav motstand og høy hastighet, skal forbedre prestasjonen i kast av lettere redskaper. Samtidig skal den også i trekke profilen i en mer positiv retning på standardvekten.
- D) Trening på moderate vekter med moderate hastigheter (midt imellom) skal gi en mer lineær profil (noe forbedring på standardvekten)

B og C tar utgangspunkt at man skal trene den ”svakere” egenskapen for å i størst grad påvirke standardvekten positivt. Denne måten å individuelt tilpasse treningsprogram basert på KH-profiler har gitt positive resultater i prestasjonen i vertikale spenstopp (Jimenez-Reyes, Samozino, Brughelli, & Morin, 2017; Jimenez-Reyes, Samozino, & Morin, 2019).

2.4.1 KH-profilering og trening

KH-profiler og ubalansen mellom en optimal profil og den faktiske profilen til utøveren skal peke på hvilke av egenskapene kraft og hastighet man burde fokusere treningen på. Og med denne spesifisiteten i treningen skal man da kunne påvirke helningsgraden på sammenhengen mellom kraft og hastighet (Jimenez-Reyes et al., 2017). Tunge styrkeøvelser påvirker i størst grad kraft-delen av KH-profilen, mens dynamiske øvelser med høy bevegelseshastighet påvirker hastighets delen (Vladimir M. Zatsiorsky, 2003).

2.5 Trening

Målsetningen med trening for idrettsutøvere er å skape spesifikke tilpasninger/forbedringer for å forbedre prestasjonen i en bestemt idrett (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). En friidrettsutøver som har bestemt seg for å satse på en en kast-øvelse, vil bruke svært mye av sin tid på trening av forskjellige egenskaper som; teknikk, bevegelighet, spenst, styrke og hurtighet. En stor andel av treningen for en kaster vil foregå på kast-arenaen eller i et styrkerom (Enoksen & Tønnessen, 2000).

2.5.1 "General adaptation syndrome" (GAS) (generell tilpasning)

Gjennomføring av systematisk planlagt trening kan resultere i en forbedring av en utøvers fysiske form (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Dersom miljøet (kravet) forandrer seg tilpasser organismen seg for å bedre håndtere kravene det medfører. Dette er sett på som en grunnleggende egenskap i levende vesener og kalles "General adaptation syndrome" (GAS) (Selye, 1950). I treningsammenheng betyr det at kroppen tilpasser seg den fysiske belastningen man påfører den. Det er denne egenskapen man benytter seg av i styrketrening ved å overbelaste muskulaturen for å få en positiv endring (økt styrke). Overbelastningen stiller krav til muskelen om å trekke seg sammen hardere enn det den er vant med, og resultatet er at muskelen blir sterkere, større, eller begge deler (Macdougall, 2008). Oppnåelse av ønskede tilpasninger stiller krav til nøye planlegging og gjennomføring av treningsprogram. Det er spesielt fire viktige faktorer som har avgjørende betydning for treningsprosessen (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006).

2.5.2 Belastning

'Treningsbelastning = Treningsvolum + Treningsintensitet x Treningsfrekvens

Størrelsen på belastningen er vesentlig for å skape en endring og må være større enn det utøveren er vant med for at endringen skal være positiv (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Belastningen kan manipuleres ved å endre volum, intensitet eller frekvens på treningen.

Volum; er summen av treningsarbeidet man gjør i en enkelt økt eller over en definert treningsperiode (Dick, 2014). Volumet kan kvantifiseres på forskjellige måter basert på hvilken aktivitet man gjør. For eksempel distanse løpt eller kilo løftet. For en kaster i friidrett vil det være naturlig å bruke kg løftet i styrketreningssammenheng og antall kast med forskjellige redskaper for den spesifikke treningen.

Treningsintensiteten; er det spesifikke nivået/kvaliteten på aktiviteten man gjør. Nivået av intensitet kan måles på forskjellige måter, men gjerne i forhold til maksimal kapasitet. Typisk benytter man seg av power, prosent av 1RM (repetisjon maks), hastighet eller størrelsen på isometrisk kraft man står i mot (Knuttgen & Kraemer, 1987). For en kaster vil intensiteten på kastene som gjennomføres variere i forhold til tekniske arbeidsoppgaver som trenes på, treningsperiode, og volumet på treningen. I teknikktraining kan man senke kraftinnsatsen til for eksempel 70% av maksimal innsats for å få bedre tid til å gjøre endringer. Intensiteten i styrketreningsprogrammet til kastere vil ofte bli definert som prosent av 1RM.

Treningsfrekvens; er hvor ofte en utøver trener i løpet av en definert periode, som for eksempel en uke. Frekvensen på treningen vil variere gjennom året gjennom forskjellige perioder med trening og konkurranser (Dick, 2014).

2.5.3 Progresjon og variasjon

På samme premiss som gjør at man tilpasser seg en endring i krav, vil man ikke skape ny endring dersom man ikke fortsetter å endre kravene (progresjon) (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Det vil si at om man trener et program over lang tid uten å endre intensiteten, volumet eller frekvensen, eller variere mellom ulike øvelser, vil man ikke oppnå videre fremgang i styrke. Det er viktig at denne variasjonen er systematisk planlagt (Dick, 2014).

2.5.4 Spesifisitet

Tilpasning til treningen som gjøres er svært spesifikk til øvelsene man gjør (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). For å utvikle evnen til å kaste langt, er kast den mest spesifikke formen for trening. Men i en slik idrett er det vanskelig å oppnå stor nok treningsbelastning for å fremprovosere videre utvikling. Derfor er spesifisitet i styrketreningen en viktig faktor for å øke potensialet for prestasjonen i idretten. Spesifisitet i styrketreningen handler om å definere hvilke bevegelser, muskelgrupper og hastigheten på bevegelsene som er viktige for prestasjonen i idretten, for så å systematisk trene for å utvikle disse egenskapene (Dick, 2014).

2.5.5 Trening for utvikling av maksimal styrke

Det er i følge Vladimir M. Zatsiorsky and Kraemer (2006) to måter å trene maksimal styrke på; trening med maksimal motstand og trening med submaksimal motstand til man ikke klarer flere repetisjoner. Begge metodene er viktige for utviklingen av maksimal styrke. Trening på maksimal motstand forbedrer både den intra- og inter-muskulære koordinasjonen i at muskelen og sentralnervesystemet bare tilpasser seg den belastningen som blir påført den (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Mens trening med submaksimale belastninger baserer seg på å stimulere til hypertrofi (muskelvekst) i det å trette ut muskelen med et stort treningsvolum. Muskelens evne til å utvikle kraft er avhengig av størrelsen til muskelen (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Ved å planlegge disse metodene i et samspill med systematisk variasjon i intensitet, volum og type øvelse kan man oppnå utvikling av den maksimale styrken. For kastere er disse øvelsene i stor grad fokusert på underkroppen i tillegg til brystet for diskos, og ryggen for slegge. Den maksimale styrken kan måles ved å utføre 1 repetisjon maksimum (1RM) tester i øvelser som involverer relevante bevegelser og muskelgrupper (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006).

2.5.6 Trening av eksplosiv styrke

For å kunne skape stor kraft i høy hastighet, må man kunne skape den samme kraften i lav hastighet. Derfor er det slik at utøvere som har en stor eksplosiv styrke også er veldig sterke, men det er ikke slik at en sterk utøver nødvendigvis er veldig eksplosiv (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). For å utnytte den maksimale styrken man besitter i øvelser med kort tid til å tilføre kraft, må man trene spesifikt på nettopp dette. Det er vanlig å bruke power som måling når man tester den eksplosive styrken.

Muskelens evne til å utvikle power bestemmes i stor grad av størrelsen, muskelfibertypesammensetning og antall aktiverte motoriske enheter (Moritani, 2003). Eksplosiv styrketrening baserer seg på trening med submaksimal motstand med høyeste mulige intensitet (hastighet), derfor også spenst under definisjonen av eksplosiv styrketrening (Raastad, Wisnes, Rønnestad, Refsnes, & Paulsen, 2010; Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Den eksplosive styrketreningen burde i stor grad være en kombinasjon av lettere motstand med hensikt å øke hastigheten på bevegelsen, og tung motstand med fokus på at økning av kraften skal være så hurtig som mulig (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Spesifisiteten på disse øvelsene er viktige for at de skal kunne ha størst mulig overføring til prestasjonssituasjonen (Young, 2006). Dette gjelder spesifisiteten i tid tilgjengelig for kraftutvikling, involverte muskelgrupper og bevegelsesform (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006).

2.5.7 Klassisk periodisering

Den klassiske periodiseringsmodellen deler året inn i forskjellige treningscykluser: Forberedelsesperioden, konkurranseperioden og overgangsperioden (Bompa & Carrera, 2005). Samtidig er det vanlig å dele inn forberedelsesperioden inn i to perioder; generell og spesifikk –forberedelsesperiode. Periodisering av trening baserer seg på noen antakelser; at det er en tidsramme på utvikling og adaptasjon til spesifikke fysiske egenskaper, at fysiske egenskaper best utvikles i et sekvensielt hierarki (styrke før power), og at struktur, tidsramme, samt forventet progresjon kan generaliseres til andre grupper (Kiely, 2012).

I den generelle forberedelsesperioden er det ofte fokus på å jobbe med de mer perifere kapasitetene. Intensiteten på treningen er typisk lav, og progresjonen som variasjon i treningen er basert på volumøkning. Målet handler om å lage en bred base som man kan bygge mer spesifikt på. Denne perioden er ofte med overvekt av ”generell” styrketrening og mer variasjon i kasttrening både av motstand og innhold.

Den spesifikke perioden er forberedelse til å konkurrere. Intensiteten øker, volumet tas ned, og fokuset blir i større og større grad på kapasitetene som er i størst grad kan påvirke prestasjonen i konkurranse positivt. Den totale treningsbelastningen øker i starten av denne perioden, men reduseres når man nærmer seg konkurranse (Bompa & Carrera, 2005). For kastere blir treningen blir mer kastspesifikk både i styrkerommet og

med et større volum på konkurranseintensitet i kast-treningen, altså økt fokus på maksimal og eksplosiv styrke.

Konkurransperiode: Gjennom konkurranseperioden ønsker man å vedlikeholde den kapasiteten man har oppnådd gjennom forberedelsesperioden. En veksling mellom hard og rolig trening med planmessig nedtrapping foran viktige konkurranser ser ut til å virke positivt på den fysiske og den psykiske formen (Bompa & Carrera, 2005).

3. METODE

Det finnes få utøvere i Norge som konkurrerer på øverste internasjonale nivå i kast, det vil si: kule, diskos, slegge og spyd. Dette blir retningsgivende for hvilke forskningsmetoder man kan benytte seg av for å studere denne gruppen. Fordi disse utøverne har lang erfaring med trening av fysiske og tekniske egenskaper for å bli så gode, har de også gjennomført mange tester og konkurranser som gir informasjon om den faktiske utviklingen deres over tid. For å få innsikt i hvordan forløpet på utviklingen har vært, er det interessant å få frem så mye informasjon som mulig om disse ekstreme tilfellene. Når man undersøker personer eller fenomener man ønsker å forstå mer grundig er det hensiktsmessig å benytte seg av en kvalitativ tilnærming i forskningsprosessen (Johannessen, Tufte, & Christoffersen, 2011). Ved å gjennomføre dybdeintervju med utøverne, kan det være mulig å få bedre innsikt i hva som ligger til grunn for den fysiske utviklingen deres til å bli blant verdens beste i sin gren. Sammen kan både testresultater, konkurranserresultater og et dybdeintervju gi et helhetsbilde på hvordan utøverne har utviklet seg over tid. Casestudier åpner for muligheten å kombinere kvalitative og kvantitative data (Johannessen et al., 2011).

Dette kapitlet vil omfatte den metodiske tilnærmingen som ligger til grunn for oppgaven. Med ønske om å sørge for transparens av forskningsprosessen, vil mine metodiske valg bli begrunnet og gjennomgått steg for steg. Jeg vil gi en kort redegjørelse for casestudier, og beskrive hvordan datainnsamlingen ble gjennomført. Deretter hvordan dataene ble behandlet og analysert.

3.1 Casestudie

En casestudie er en omfattende kvalitativ forskningsstrategi som inngående studerer ett eller få tilfeller (Johannessen et al., 2011). Yin (2003) påpeker at metoden gir mulighet for innsikt i betydningsfulle karakteristikk av virkeligheten. Dette innebærer å samle inn så mye data som mulig om hva, hvorfor eller hvordan noe skjer. For at casestudien skal kunne være robust må man få frem hvile teoretiske antagelser som eksisterer for spørsmålet, hvilke analyseenheter som kan gi svar, og hvordan den logiske sammenhengen mellom data og antagelser om fenomenet som studeres er (Yin, 2003).

3.2 Innsamlingsstrategier

Strategien for å samle inn data hadde utgangspunkt i kontakten på Olympiatoppen og enkeltpersoners samarbeid med aktuelle utøvere. I utgangspunktet var strategien tredelt. Med innhenting av kvantitative data i to deler (historiske- og nåtids-data) og en del med kvalitative data (intervju). I praksis ble dataene samlet inn i fem steg (tabell)

Tabell 3: Oversikt datainnsamling

Data	Hva	Hvordan	Hvorfor
Historiske testresultater fra Olympiatoppen	CMJ – Hopp høyde Kroppsvekt	Eksport fra OLTs database	Synliggjøre den faktiske prestasjonsutviklingen i spenst.
Historiske resultater i konkurranser	Lengde kastet i konkurranser	Eksport fra http://www.minfriidrettsstatistikk.info/	Synliggjøre den faktiske prestasjonsutviklingen i idretten.
Historiske testresultater fra trening	Tid og resultat for enkeltøvelser.	Gjennomgang av loggførte resultater fra tester i sentrale øvelser, med supplering fra utøvers hukommelse	Synliggjøre den faktiske utviklingen i viktige treningsøvelser.
Testing av kraft-hastighets profiler	1. Svikthopp med økende belastning 2. Benpress med økende belastning 3. Benkpress med økende belastning 4. Kast med økende belastning	1. Testing på kraftplattform 2. Testing i keiser benpress 3. Testing i benkpress med lineær encoder 4. Testing på kastbanen NIH.	For å få et innblikk i hvordan kapasiteten til den enkelte utøver er nå.
Informasjon om treningsarbeidet	Hvordan har utøverne trent i forskjellige perioder i karrieren?	Semi-strukturert livsverden intervju fokusert på treningshistorikk og utøverens egenskaper som forutsetning for nivået.	For innsikt i treningsmetoder og egenskaper som ligger til grunn for utvikling til toppnivå.

3.3 Utvalg og rekruttering av forsøkspersoner

Tilgjengelighetsutvalg representeres av at deltagerne besitter egenskaper og kunnskap som er relevante for problemstillingen, og er tilgjengelige for forskeren (Thagaard, 2013). Per i dag er det 4-6 utøvere fra Norge som konkurrerer på internasjonalt elitenivå i kastgrenene i friidrett som jeg anså som tilgjengelige for studien, jeg hadde som mål å få med 3-4 av disse. Undersøkelsen baserer seg på strategiske utvalg som er egnet til å utforske problemstillingen (Thagaard, 2013). Datainnsamling og databehandling er en tidkrevende prosess, noe som gjør at antallet informanter ikke bør være for stort. Samtidig er det viktig at intervjuene gir tilstrekkelig informasjon for analyse.

Vi rekrutterte blant Norges nåværende beste kastere i diskos, kule og slegge, fordi disse øvelsene stiller relativt like fysiske krav for å kunne prestere. Gjennom kontakt på Olympiatoppen, gikk vi direkte til deres hovedtrener med ønske om videreformidling av studien. Hver enkelt utøver ble, etter godkjenning av trener, kontaktet direkte med forespørsel om deltagelse. Da noen utøvere er tilknyttet utenlandske trenere, og derfor tilbringer mye tid utenfor landegrensene, ble de fysiske testene vanskelig å få gjennomført på grunn av reiserestriksjoner og påfølgende karantenereregler som følge av covid-19 selv om de var interesserte i å delta. Vi endte opp med å få med 3 utøvere: En fra slegge og to fra diskos. Disse utøverne kommer fra tre ulike treningsmiljøer med ulike trenere som har vært involvert i deres utvikling.

3.3.1 Samtykke

Etter å ha blitt informert om studien og hva det innebærer å delta, skrev utøverne under på informert samtykke. Med dette samtykket de til at innsamling av allerede eksisterende informasjon om dem kunne innhentes, og planlegging av testing og intervjuetidspunkt kunne starte.

3.4 Datainnsamling av resultater

Innsamlingen av kvantitative resultater/data ble gjennomført i 4 stadier og er beskrevet videre.

3.4.1 Resultater i konkurranse

Resultatlistene fra friidrettskonkurranser i Norge og utlandet (med norsk deltagelse) blir registrert hos friidrettsforbundet <https://www.friidrett.no/aktivitet/resultaterogstatistikk/>.

Denne informasjonen er tilgjengelig for alle gjennom en webside som gjør informasjonen søkbar på utøvernivå, og gir i tillegg muligheten for å laste ned informasjonen i excel format <http://www.minfriidrettsstatistikk.info/>. Her ble det beste registrerte resultat fra hver konkurranse utøverne har deltatt i innhentet.

3.4.2 Historiske testresultater fra Olympiatoppen

Gjennom Olympiatoppens database for testing av ble utøvernes navn brukt som søkeord for å finne alle tidligere svikhopp (CMJ) tester gjennomført.. På grunn av mange forskjellige testledere og resultater over lang tid ble hver enkelt test grundig gjennomgått for å oppdage klare avvik fra ”normal” variasjon, og beste resultat per testdato ble registrert for videre analyse. Avvik fra ”normal” variasjon kunne eksempelvis være at alle hopp på en testdato tilknyttet forsøkspersonen, oppga en tilhørende kroppsvekt som var usannsynlig høy eller lav i forhold til utøverens trend. Prosessen ble også gjennomført for hopp høyde der avvik fra trenden ble tatt opp med utøver for validering. Kroppsvekten i enkelthopp var kritisk for å finne disse feilmålingene da disse utøverne har hatt en tydelig trend på økende kroppsvekt og en høyere kroppsvekt enn de fleste andre utøvere som ligger i databasen. Resultatene som ble hentet ut var hopp høyde (imp-mom), kroppsvekt og testdato.

3.4.3 Historiske perser fra trening

For hver enkelt utøver ble et regneark opprettet med oversikt på testresultatene på både CMJ, kroppsvekt og kastprestasjon i konkurranse. Deretter sendte jeg forespørsel til både trener og utøvere om andre typiske styrketester som ikke har blitt gjennomført på Olympiatoppen og om de hadde registrert dette. Det var variasjon i hvordan systematikken i registreringen av testresultater hadde foregått mellom de enkelte utøverne. Noen sendte meg oversikt på testdatoer og resultater, mens andre hadde en mer årlig oversikt på personlige rekorder og mål. Sosiale medier ble også gjennomgått, fordi dette også er en plattform noen har brukt for å legge ut treningsvideoer og perser. Jeg noterte ned perser fra øvelser som gikk igjen hos alle utøverne. Dette involverte knebøy, markløft, rykk, frivending, og benkpress (hos diskoskastere). Til slutt gikk jeg sammen med hver enkelt utøver for å se over testresultatene de hadde supplert med og når de hadde forekommet, for å sikre størst mulig nøyaktighet på resultatene. .

3.4.4 Fysiske tester (KH-Profilen)

Generelle KH-tester

Svikthopp (CMJ) ble gjort med økende belastning med fri stang og vektskiver (Eleiko group AB, Halmstad, Sweden) på 0.1 (kasteskaft), 20, 40, 60 og 80 kg. Forsøkspersonen ble instruert til å ha maksimal innsats i hvert enkelt hopp. Det ble gjort opptil 3 godkjente forsøk på hver belastning, og beste resultat for hver belastning ble registrert. Kraft og hastighet, samt hopp høyde i hvert enkelt hopp ble målt av en kraftplattform (AMTI, SG-9, Advanced Mechanical Technologies, Newton, MA) med tilhørende programvare (Force Decks, Vald performance Pty Ltd, Brisbane, Australia).

Sittende benpress med økende belastning ble gjennomført i en Keiser A300 horizontal leg press (Keiser sport, Fresno, CA). Seteposisjon ble tilpasset individuelt med mål at femur skal være vertikalt, noe som tilsvarer en kneleddvinkel på ca 80° (rette bein = 0°). I oppvarmingsprotokollen med økende belastning var målet å finne tilnærmet 1RM. Etter først 2x5 repetisjoner på middels belastning ble belastningen økt med 50 kg pr repetisjon til utøveren følte det ble svært tungt, for så å øke med 20 kg til utøveren ikke lenger klarte å gjennomføre 1 repetisjon. Denne prosessen tok mellom 4-6 repetisjoner. Det tilnærmede 1RM resultatet ble brukt som grunnlag for pre-programmert 10-stegstest med økende belastning. Det vil si at første motstand var ca 50 kg og tiende var ca 95% av 1RM. Ett forsøk ble gitt per motstand, og pausen mellom hver motstand var 5 til 60 sek. Resultatene ble hentet ut av tilhørende programvare (Keiser sport, Fresno, CA). Forsøkspersonen ble instruert til strekke ut begge ben med maksimal innsats i hver repetisjon. Keiser-beinpress-apparaturen og kraft-hastighetsprofilen (av 10-stegstesten) har nylig vist å ha meget god reliabilitet og validitet (Lindberg et al., 2021).

Benkpress profil ble gjennomført på diskoskasterne med måling av hastighet på stangen med økende belastning (Eleiko group AB, Halmstad, Sweden). Belastningsprotokollen startet på 60 kg og ble økt med 20kg til 1RM var oppnådd eller hastighet på stangen var lavere enn 0,5 m/s. Årsaken til at protokollen startet på 60 kg, var at vekten ble så lav på lavere motstand at utøverne ikke turte å ta i maksimalt. Hastigheten ble målt med lineær enkoder (Muscle lab; Ergotest AS, Porsgrunn, Norway). Forsøkspersonen ble instruert til å utføre hvert enkelt løft med maksimal innsats. Løftet ble underkjent dersom hoften ikke var nær benken gjennom hele løftet.

Det ble gitt opptil 3 forsøk pr motstand og beste resultat for hver enkelt belastning ble registrert som tellende.

Spesifikke KH-tester

Den idrettsspesifikke profilen ble testet i grenen utøveren konkurrerer i. Kasterne kastet med progressiv økning i belastning med konkurransevekten for redskapet i midten og 2 på hver side av profilen. Sleggekasteren redskap på 5, 6, 7.26, og 8 kg, mens diskoskastere kastet diskos på 1.5, 1.75, 2, 2.25 og 2.5 kg. Lengde ble målt med måleband i tråd med internasjonalt konkurransereglement (World Athletics; worldathletics.org). Lengste resultat for hver motstand ble registrert. Det ble gitt minimum 2 kast på hver motstand og pausen mellom forsøkene var 2-3 min. Om utøver følte han traff bra etter 2 kast gikk vi videre til neste belastning. En utfordring med testing av diskos ute er at lengden i stor grad blir påvirket av vindforholdene.

3.5 Analyser

3.5.1 Fremstilling av trender og statistiske analyser

Analysene av historiske resultater i de forskjellige øvelsene ble gjennomført i et excelark utviklet av Will G. Hopkins (2017) ”Spreadsheet for monitoring an individual’s changes and trend”(vedlegg 1). Basert på Excel funksjonen enkel lineær regresjon estimeres trenden for øvelsen per år. I tillegg ble minste betydningsfulle endring som tar høyde for variasjon i prestasjonen lagt til i de forskjellige øvelsene for å tydeliggjøre den faktiske endringen (se Tabell 4). Den minste betydningsfulle endringen er satt til 0,3 av variasjonskoeffisienten (CV) i testen (Buchheit, 2018; Hollings et al., 2014).

Tabell 4: CV og utregnet minste betydningsfulle endring for de forskjellige testene

Data	CV	Minste betydningsfulle endring	Referanse
Styrkeøvelser underkropp	4,2%	1,3%	(Grgic, Lazinica, Schoenfeld, & Pedisic, 2020)
Styrkeøvelser overkropp	4,2%	1,3%	(Grgic et al., 2020)
Stille lengde	2,0%	0,6%	(Reid, Dolan, & DeBeliso, 2017)
CMJ	2,8%	0,8%	(Markovic, Dizdar, Jukic, & Cardinale, 2004)
Keiser Benpress			
- Power	- 5,4%	- 1,6%	(Redden, Stokes, & Williams, 2018)
- Kraft	- 4,2%	- 1,3%	
- Hastighet	- 5,4%	- 1,6%	
Olympiske løft	4,2%	1,3%	(Grgic et al., 2020)
Kastlengde	3,0%	1,0%	(Hollings et al., 2014)

I starten av analysene av CMJ verdiene, så jeg raskt at det ble ”urettferdig” å benytte hoppøyde som mål på eksplosiv styrke da denne er relativt flat, samtidig som kroppsvekten deres øker. For å inkludere kroppsvekten ville jeg derfor benytte meg av power-verdiene fra datainnsamlingen, men innså raskt at verdiene ikke stemte med hoppøyde. Dette kan ha kommet av en endring i softwaren Olympiatoppen benyttet seg av. Grunlaget for å kunne si at hoppøyde stemmer på tross av at det ser ut til å være noe feil med power-verdiene er basert på at det ser ut til å være en systematisk endring i resultatene samtidig som det ikke har blitt reagert på uvanlige testresultater i hoppøyde i forhold til forventninger under tester. For å få med hoppøyde i relasjon til kroppsvekt Sayers, Harackiewicz, Harman, Frykman, and Rosenstein (1999) sin

metode benyttet for å estimere maksimal power (peak power) i CMJ representert som CMJpp i analysen.

Informasjonen fra hver enkelt utøver ble samlet inn og satt i system i Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Washington, USA). Årlige gjennomsnittsverdier for hver parameter ble regnet ut og disse årlige verdiene ble benyttet for Pearsons korrelasjonsberegning. Med regresjonsanalyse i Excel finner man p-verdi for korrelasjonsberegningene, og signifikansnivået ble satt til $<.05$ etter anbefaling fra (W. Hopkins, Hawley, & Burke, 1999). Tolkningen av styrken på korrelasjonene er basert på Hopkins utvidelse av Cohens skala med, Liten; 0,1-0,3, Moderat; 0,3-0,5, Stor; 0,5-0,7, Svært stor; 0,7-0,9, Ekstremt stor; 0,9-0,99 Perfekt; 1,0 (W.G Hopkins, 2010). De forskjellige testene ble gruppert etter hvilken kapasitet de stiller høyest krav til; styrke, eksplosiv styrke og spenst.

Analysene av pre og post test KH-profiler er også gjort i excel ark utviklet av Will G. Hopkins (2017). Sannsynligheten for at endringen er betydelig positiv, er regnet ut ved å kombinere observert endring, minste betydingfulle endring og CV i en t-test (t-statistic). Det samme gjelder for utregningen av sannsynligheten for om endringen er betydelig negativ. Sannsynligheten for at endringen er triviell/usikker (positiv eller negativ) er summen av positiv og negativ sannsynlighet trukket fra 100% (Will G. Hopkins, 2017). Sannsynlighetsverdiene kan tolkes til $<0,5\%$; mest usannsynlig, 0,5-5%; veldig usannsynlig, 5-25%; mulig, 25-75%; sannsynlig, 75-95%; svært sannsynlig, og 95-99,5%; mest sannsynlig (Will G Hopkins, 2007)

3.6 Kvalitative data

Basert på test dataene ble det gjennomført et intervju for å innhente informasjon om treningen og hensikten til treningen. Det er særlig utøvernes oppfattelse av hva de mener har vært viktige aspekter i treningen for utviklingen av deres styrke og eksplosive styrke over tid som har stått i fokus.

3.6.1 Intervju

Kvalitative intervju kan gjennomføres med forskjellig form og struktur. Til forskjell fra spørreskjema som benyttes i kvantitative spørreundersøkelser vil spørsmålene i kvalitative intervjuer stort sett være åpne (Johannessen et al., 2011). Det kvalitative

intervjuet er en samtale mellom intervjuer og informant som har et spesifikt formål, og er et godt utgangspunkt for å fremme informantens erfaringer og opplevelser om et tema (Kvale & Brinkmann, 2009). Hvor rigid og strukturert formen på intervjuet er bestemmes av hvilken type informasjon man ønsker å få innsikt i. En ustrukturert tilnærming på intervjuet kan være veldig relevant som innledning i en undersøkelse (Thagaard, 2013). Med bare hovedtemaene bestemt på forhånd, kan man følge intervjupersonens fortelling og få informasjon for å presisere temaene, eller at det dukker opp nye temaer som forskeren ikke engang hadde tenkt på. På andre siden har man strukturerte intervjuer, der både spørsmål og rekkefølgen på dem i stor grad er fastlagt. Den mest brukte fremgangsmåten er delvis-strukturerte intervjuer. De kjennetegnes av at intervjueren i hovedsak har fastlagt temaene på forhånd, men rekkefølgen bestemmes undervegs for å følge intervjupersonens fortelling (Thagaard, 2013). Samtidig må samtalen styres inn på temaene som er viktige i forhold til problemstillingen. Informasjonen som kommer frem i intervjuet er avhengig av relasjonen mellom intervjuer og informant (Johannessen et al., 2011). Denne relasjonen avhenger av sette seg inn i informantens situasjon er nødvendig for å kunne stille relevante spørsmål i intervjusituasjonen (Thagaard, 2013) Intervjuet kan bli notert ned ned eller tas opp på lydbånd, og det siste er å foretrekke for å unngå tapt informasjon og flyt i intervjuet da dette utgjør dataene som videre kan analyseres (Thagaard, 2013). Med formålet om å fange opp hvordan utøverne har trent gjennom karrieren, valgte jeg en livsverdenstilnærming for intervjuet fra tidsrommet de startet med organisert aktivitet, frem til nåtid.

3.6.2 Intervjuguide

Utarbeidelsen av intervjuguiden ble gjort med hensikt for å gjennomføre et delvis strukturert livsverden-intervju. Intervjuguiden skal være et verktøy som skal bidra til at forskeren får dekket de temaene som skal belyses (Thagaard, 2013). Med lite erfaring som intervjuer var det viktig å ha forslag til spørsmål for de forhåndsbestemte temaene for å sikre at informasjonen som kom frem ville være relevant for problemstillingen (Vedlegg 2).

3.6.3 Gjennomføring av intervju

Intervjuene ble gjennomført med taleopptak-applikasjon på en mobiltelefon (iphone 12 mini, Apple inc., 2020). Et av intervjuene ble gjort før tiltakene tilknyttet begrensning

av smittespredning av covid-19 ble strengere, og derfor i person. De resterende intervjuene ble gjort via lyd og bildesamtale over nettet. Selv om to av intervjuene ble gjennomført over nett, følte jeg at det var mulig å skape en tillitsfull og fortrolig atmosfære. Dette er noe Thagaard (2013) nevner som et overordnet mål for intervjusituasjonen. Før intervjuet hadde vi gjennomført fysiske og kastspesifikke tester, og jeg opplevde min deltakelse på utøverens kastarena med interesse bidro sterkt til å skape et tillitsforhold. Selve gjennomføringen av intervjuene var svært spennende, og jeg er glad for at jeg hadde en intervjuguide til hjelp for å holde oss på sporet av de relevante temaene. Underveis i intervjuet opplevde jeg ofte at informanten kunne ”komme på” detaljer fra en periode vi var ”ferdige med”, og innså at det kom til å bli en del frem og tilbake. Intervjuene ble avsluttet med en ”debrief”, som innebar at jeg ønsket å høre kommentarer eller eventuell tilleggsinformasjon som kunne være relevant å få med (Kvale & Brinkmann, 2009).

3.6.4 Transkripsjon av intervju

Transkribering handler om å transformere intervjuet fra en form til en annen. I denne sammenheng er det å transformere fra talespråk til skriftspråk. Intervjuene blir strukturert slik at det er lettere å få oversikt på materialet, og struktureringen i seg selv er blir begynnelsen på analysen (Kvale & Brinkmann, 2009). Transkriberingen av intervjuene ble gjennomført dagen etter intervjuene. Jeg la opp til å ha god tid (5 dager) til transkribering og bearbeiding av første intervju for å lære av egen gjennomføring av intervjuet. Jeg valgte å transkribere ord for ord for å holde transkripsjonen så virkelighetsnær uttalelsene som mulig noe som bidrar til å øke transkripsjonenes pålitelighet (Kvale & Brinkmann, 2009). Jeg transkriberte på dialekt og noterte gjentakelser. Videre valgte jeg å oversette den transkriberte teksten til bokmål. Dette for å ivareta informantens anonymitet (Kvale & Brinkmann, 2009).

3.6.5 Analyse av intervju

Intervjuanalyse er en tidkrevende og møysommelig prosess og det er det viktig å ha tenkt gjennom hvordan resultatene skal analyseres før selve gjennomføringen av intervjuet (Thagaard, 2013). Ved å ha analysen i bakhodet i forberedelsene av intervjuet vil man allerede under intervjuet komme i gang med analyseprosessen. Selve analyseringen kan da bli enklere og tryggere (Kvale & Brinkmann, 2009). Hele prosessen av både innsamling og analyse kan oppleves som litt flytende over i

hverandre (Thagaard, 2013). Analyse i intervjuundersøkelser handler om å skape et rammeverk for å finne fram til essensen i materialet. Dette inkluderer å redusere volumet av informasjon, identifisere mønstre, og skille mellom betydningsfull og ikke relevant informasjon (Patton, 2002). I lange og komplekse intervjuetekster kan det være nødvendig å komprimere materialet for å få bedre oversikt. Ved å lete etter den umiddelbare meningen med det som har blitt sagt, kan man gjengi denne meningen med få ord, noe som kalles meningsfortetting (Kvale & Brinkmann, 2009). Det finnes ikke en enkel formel for hvordan analyseprosessen skal gjennomføres, men heldigvis er det noen retningslinjer som er til stor hjelp.

Livsverden-intervju kan analyseres ved å legge vekt på deres struktur (Thagaard, 2013). Med det menes at fortellinger har en serie av hendelser i en bestemt rekkefølge. Etter å ha gjennomført transkripsjonen leste jeg gjennom intervjuet flere ganger for å få et inntrykk av meningsinnholdet. I løpet av intervjuene hadde det ofte hendt at informasjonen ikke kom kronologisk. Spesielt hendelser tidlig i livet, som vi startet med, ble ofte tatt opp igjen mer inngående senere i intervjuet. Derfor gikk det mye tid på å organisere informasjonen kronologisk før jeg kunne starte prosessen med meningsfortetting for å få bedre oversikt på materialet. Ved å kombinere Meningsfortettingen gjorde at det ble lettere å definere viktige hendelser i treningslivet og brikkene begynte å falle på plass. I tillegg til å systematisere hendelser kronologisk, lagde jeg en kategori som var uavhengig av tidslinjen. Denne kategorien gikk på utøverens overordnede syn på hvorfor han har blitt så god.

Etter å ha tolket og analysert intervjuet, sendte jeg resultatet til hver utøver slik at de kunne få mulighet til å kommentere eller utdype sine egne opprinnelige uttalelser. Dette kalles "gjenintervjuing" (Kvale & Brinkmann, 2009).

3.7 Forskerrollen

Kvalitative intervjuer er avhengig av intervjuerens ferdigheter (Kvale & Brinkmann, 2009). Dette er både en styrke og en svakhet i kvalitative metoder. Patton (2002) oppsummerer fint at man må gjøre sitt aller beste med hele sin intellektuelle kapasitet for å på en rettferdig måte representere dataene man har samlet inn, og kommunisere hva dataene faktisk viser i forhold til studiens hensikt. Dette har blitt forsøkt etterlevd etter beste evne under hele arbeidet med denne oppgaven.

3.8 Feilkilder

Dataene samlet inn fra databaser, treningshistorikk og hukommelse kan inneholde feilkilder. Feilkildene kan være skrivefeil, resultater fra tester som ikke er gjennomført til ”godkjent” standard (f. eks. dybde i knebøy), forskjellige test ledere, kalibreringsfeil på utstyr.

Feilkilder i KH-profiler kan være kalibrering av utstyr og endring i teknisk utførelse av øvelsene.

Informantenes svar i intervjusituasjonen vil nok påvirkes av hvordan de har det som mennesker (Kvale & Brinkmann, 2009), for eksempel at svarene blir farget av hvordan prestasjonen i sesongen har vært og generell selvtillit på hvordan det skal gå videre med neste sesong.

3.9 Etiske betraktninger

Prosjektet har blitt godkjent av lokal etisk komite ved Norges idrettshøgskole og Norsk senter for forskningsdata (NSD). Helsinki-deklarasjonen og Vancouver-reglene (www.etikkom.no) etterleves.

Denne studien involverer informasjon om få idrettsutøvere på høyt internasjonalt nivå, og derfor er det sannsynlig at de kan bli gjenkjent selv om de er aidentifisert. Forsøkspersonene har blitt informert om dette før de samtykket til deltagelse i studien. Samtlige har gitt skriftlig samtykke før deltagelse og de kan når som helst trekke seg fra studien.

Studien innebærer fysiske tester som alltid gir en viss skaderisiko, men dette er øvelser utøverne er kjent med fra egen trening. Risikoen for skader og uhell vurderes ikke å være større enn når utøverne gjennomfører sin vanlige trening.

Denne studien er en arm i et større prosjekt: «Kraft-hastighetsprosjektet» eller «Testing av styrke, hastighet og power». Kraft-hastighetsprosjektet ble igangsatt av Olympiatoppen (Norges idrettsforbund) av prosjektleder Gøran Paulsen (ansatt ved Olympiatoppen på dette tidspunktet). Olympiatoppen innledet samarbeid med Norges idrettshøgskole, Universitetet i Agder, Høgskolen i Innlandet, Universitetet i Bergen,

Høgskolen i Østfold og NTNU. Kraft-hastighetsprosjektet ble godkjent av lokaletisk komité ved Høgskolen i Innlandet i 2017.

Medarbeidere:

Eirik Hole, Masterstudent ved Norges idrettshøgskole

Tor Ivar Landsverk, Masterstudent ved Norges idrettshøgskole

Paul Solberg, PhD, fagansvarlig Kraft/styrke Olympiatoppen (veileder)

Gøran Paulsen, PhD, førsteamanuensis ved Norges idrettshøgskole
(Prosjektleder/veileder)

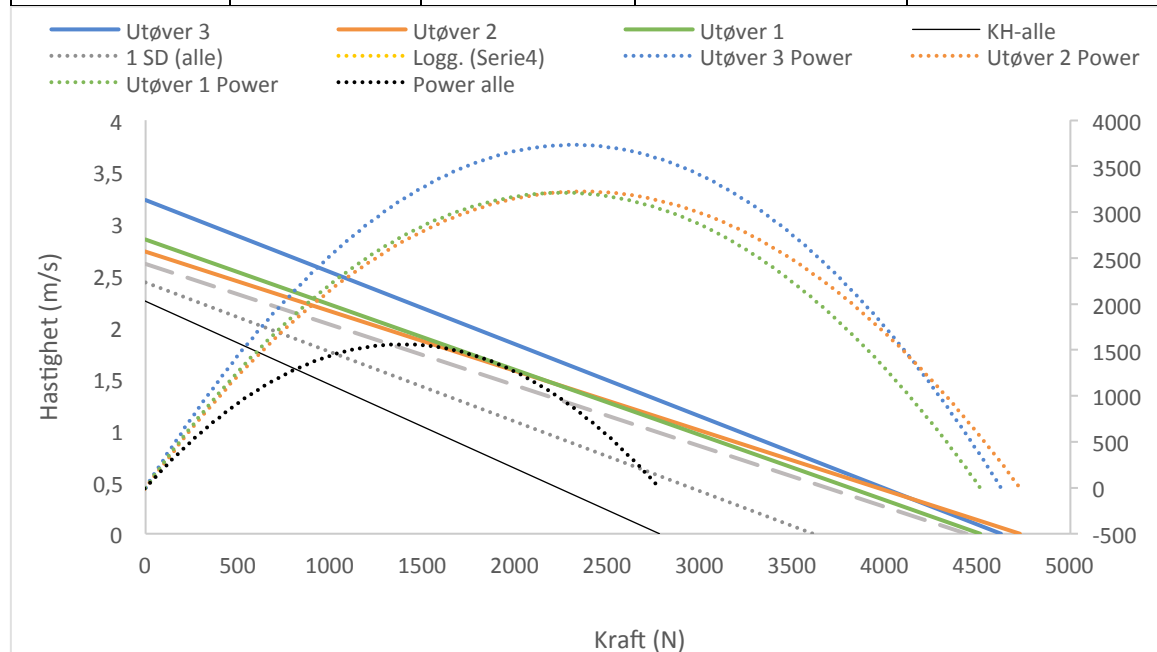
4. Resultater

Først presenteres utøverne presentert i tabell 5 hver for seg med den historiske utviklingen i idretten og de forskjellige testene. Samtidig vises en grov oversikt av treningsinnholdet med viktige hendelser basert på intervjuet som kan gi kontekst for diskusjonsdelen. Deretter vil progresjonen de har hatt i hver enkelt test belyses, for så å se om noen av testresultatene har en sammenheng med kastlengde for hver og en. Til slutt vil presenteres deres kraft-hastighetsprofiler før og etter forberedelsene til en OL sesong med tilhørende analyser om endring har forekommet.

4.1 Utøverne

Tabell 5: Oversikt på deltagere i studien

Øvelse	Alder (år)	Høyde (cm)	Kroppsvekt (kg)	Pers i forhold til Verdensrekord
Slegge	31	192	118 ± 2	90,2 %
Diskos	26	194	118 ± 2	91,2 %
Diskos	26	201	130 ± 2	88,0 %

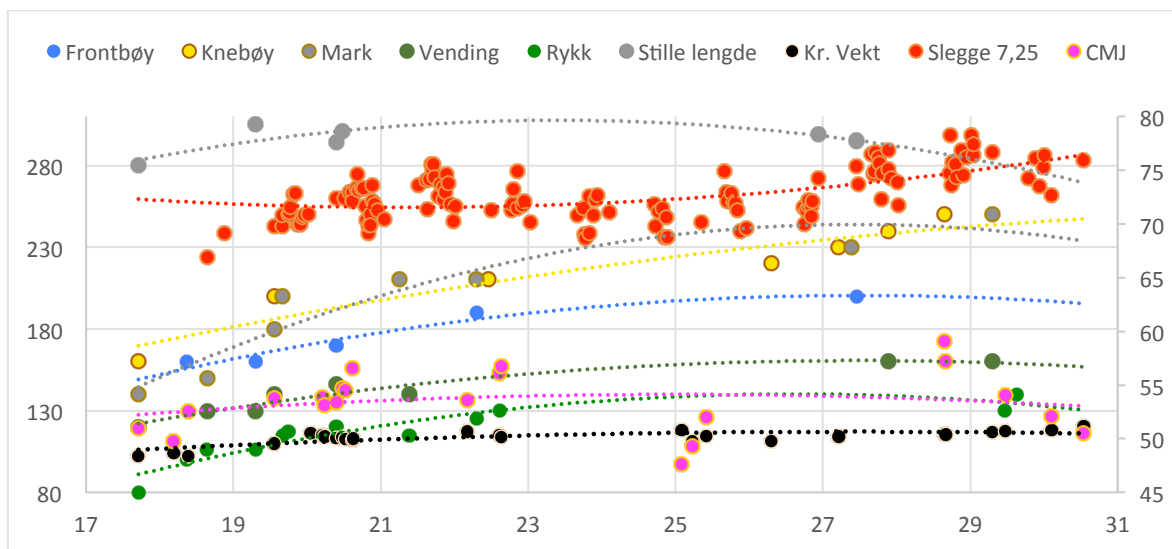


Figur 5: KH-profil underkropp fra keiser sammenlignet med andre mannlige utøvere som har testet på Olympiatoppen. $N = 1540$ (antall tester)

Utøverne har en høyde og vekt som ser ut til å være i et hensiktsmessig område for å kunne hevde seg i idretten (Tabell 5, i alle fall i forhold til deltagelse i de to siste

OL(tabell 1 og 2)). I tillegg er de over 2 standardavvik sterkere og raskere enn gjennomsnittet av herrene som blir testet på Olympiatoppen (Figur 5).

4.2 Utøver 1 – Sleggekaster



Figur 6: Utøver 1 sin utvikling i kastlengde fra han startet med seniorslegge, samt CMJ (sekundærakse Y) og perser i treningsøvelser (primærakse Y).

Oversikten i testresultater er fra utøveren startet med systematisk fysisk trening for å kunne kaste lengre. Totaloversikt på utøverens utvikling med alle testresultater som er samlet inn kan gi et helhetsbilde over den fysiske utviklingen sammen med kastlengde (Figur 6 og Tabell 6). Testene vil bli gjennomgått enkeltvis senere i resultatkapittelet. Informasjon om trening som ble gjennomført før dette er fra intervju (Tabell 7). Et opphold i gjennomføring av tester fra 23-25 år var i stor grad på grunn av en skade, der kast ble prioritert foran fysisk utvikling og testing. Utøveren definerer seg som en solid teknisk kaster, og med det følger evnen til å utnytte fysikken han stadig utvikler i selve kastet. Om han måtte velge, anser han seg mer eksplosiv enn sterk i kastsammenheng.

Tabell 6: Datapunkter som danner grunnlaget for analyse av dataene

	Slegge 7,25	Kr. Vekt	CMJ (cm)	CMJ pp	Frontbøy (kg)	Knebøy (kg)	Mark (kg)	Frivending (kg)	Rykk (kg)	Liakov 7,25
n=	136	24	19	19	5	6	7	7	12	7
Min	66,9	110,0	47,6	5989	160	200	150	130	106	17
Maks	78,3	120,3	59,1	6731	200	250	250	160	140	21

4.2.1 Treningsoversikt

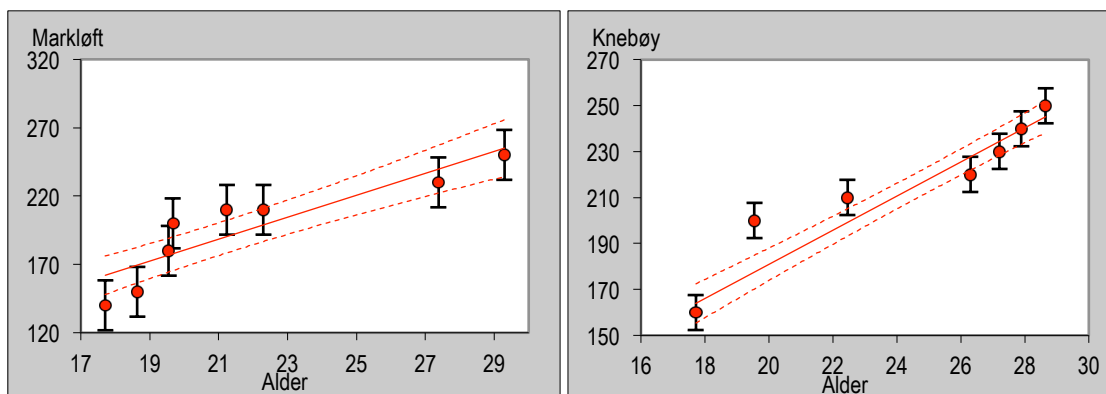
Tabell 7: Utøver 1 sitt treningsliv fra starten av organisert trening, til slutten av 2020.

Viktige hendelser		Aktivitet	Treningsinnhold
Startet med friidrett	11 år	Hevdet seg i kast, men deltok også i løp og hopp.	Gjennomførte ”typisk friidrettstrening” for unge.
Kun kastøvelser	13-14 år	Kule, diskos og slegge, deltok i spyd konkurranse.	Trente ”allsidig” friidrett. Med det menes mye spenst, hurtighet, kast og ”basis” (styrketrening uten ytre belastning). En typisk uke bestod av 3 kastøkter, 2 spenstøkter og 2 sprintøkter. Generelt, stor vekt på spenst- og eksplosiv trening.
Mest slegge, men også diskos	15 år	Forstod at slegge var den beste øvelsen.	
Kun slegge	17år	Klar hovedøvelse, deltok i diskoskonkurranser når det var gøy.	
Egen trener, første tester.	18-19 år	Et skifte mot større andel spesifikk trening	Fortsatt ganske allsidig trening, men mer fokus på styrke og kastspesifikk styrketrening. Jevnfordeling mellom eksplosiv trening og tung styrketrening.
Systematisk periodisering (klassisk)	20-21 år	Økning av volum og fokus på utvikling av maksimal styrke	Økende grad av styrketrening i forberedelsesfasen, for så å ta ned volumet og øke andel eksplosiv trening inn mot sesongstart. Generelt mer tung styrketrening.

Skadeperiode	23-25	Mest fokus på å holde volum på kast.	Lavere volum på styrketrening (gradvis økende fra 24-25 år, og veldig lavt volum på eksplosiv styrke.
Fortsatt systematisk periodisering.	24-30 år	Har hele tiden vært fokus på å forbedre styrken i denne perioden, (den som har vært mangelen).	Omtrent 70/30 fordeling mellom styrke og eksplosiv styrke gjennom året. Et fokus har vært å unngå overbelastning av tidligere skade. Eksplosiv styrke har fått mer og mer fokus mot sesong og spenst har vært ekstremt viktig for oppkjøring til konkurranseperiode. Høyere kroppsvekt knyttes også til lavere volum på spenst.
Denne treningssesongen	30 år	Øke kastspezifikk styrke	Øke hastigheten på middels vekter i eksplosiv styrketrening, ikke gå for å perse i enkeltøvelser, men gjennomføre treningen med maksimal innsats. Øke kastvolum fra forrige sesong.

4.2.2 Utvikling av fysiske resurser

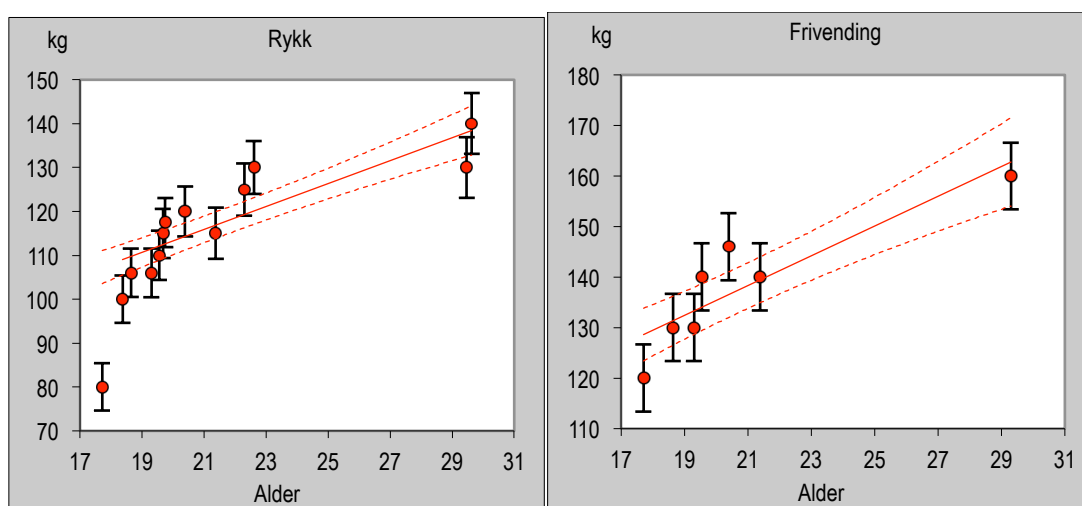
Styrkeøvelser



Figur 7: Utøvers gjennomsnittlige utvikling i Markløft og knebøy. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.

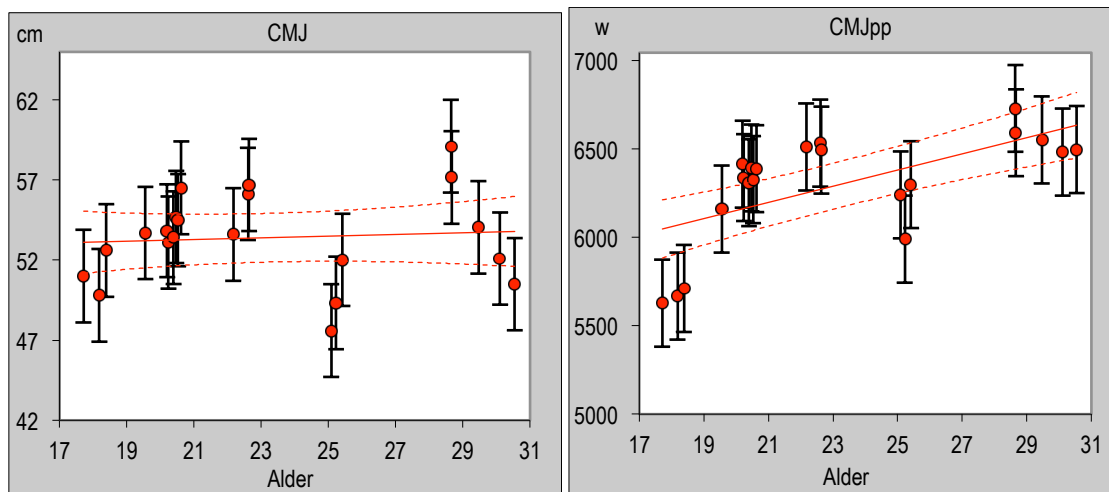
Utøver har en gjennomsnittlig årlig økning i maksimal styrke i markløft og knebøy (Figur 7) på 4% og 3,4% per år. En stor andel av fremgangen skjedde mellom 17,5 og 22,5 år (42,8% markløft, 31,3% knebøy). Etter skadeperioden er det fortsatt en tydelig positiv utvikling fra 26 til 28 år (13,6% markløft og 19% knebøy). Fra 29 år ser det ut til at det fortsatt er en utvikling i beinstyrken, men siden de tyngste løftene i knebøy nå gjennomføres med "safety bar", er ikke de verdiene med i oversikten.

Eksplorative øvelser



Figur 8: Utøvers utvikling i rykk og frivending fra 17 til 30 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.

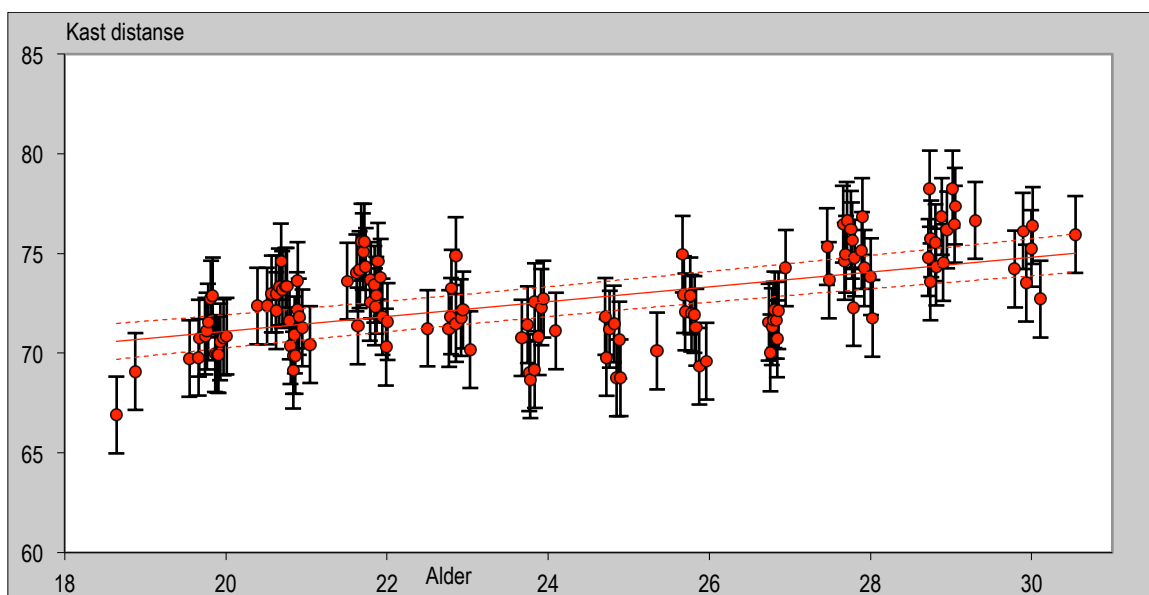
På de eksplosive øvelsene har utøver hatt en årlig utvikling på 2,2%. Igjen synes en tydelig økning i øvelsene fra 17,5-22,5 år på 30% i rykk (utenom 80kg resultatet som kan se noe lavt ut) og 16,7% i støt, og deretter en mindre økning til 29 år (Figur 8). Dataene bærer preg av en lang periode under og etter skadeperioden der det ikke ble prioritert å løfte tungt i disse øvelsene, og dermed er få nye registrerte resultat i denne perioden.



Figur 9: Utvikling i CMJ og CMJpp fra 17 til 31 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.

Den årlige utviklingen i CMJ har vært på henholdsvis 0,1% for CMJ og 0,7% for CMJpp (figur 9). Også i CMJ hadde utøver en svært positiv utvikling fra 17,5-22,5 år på 11% i CMJ og 16% i CMJpp. Deretter har det vært en relativt flat trend for CMJpp og negativ trend for CMJ, foruten ett resultat for CMJ (29 år). Det er et tydelig tidspunkt for når utøveren var på vei tilbake fra skade (25 år).

Kast



Figur 10: Utvikling i kast-lengde siden utøveren startet med senior slegge (7,26kg) fra 18 til 30 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.

Den gjennomsnittlige økningen i kast-lengde var 0,5% per år (Figur 10). Det er en tydelig positiv trend fra første konkurranse til 22 år (13% økning), med påfølgende negativ trend frem til 25 år. Deretter er trenden positiv igjen og over tidligere maksimalt nivå frem til 29 år da konkurransesesongen (29-30) ble svært redusert på grunn av Covid-19.

Tabell 8: Korrelasjoner mellom kast lengde og de forskjellige testene.

Korrelasjon	df	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1Kast lengde	12										
2 Kroppsvekt	12	,76**									
3 År kastet	12	,79**	,64**								
4 CMJ	9	,31	-,05	-,09							
5 CMJpp	9	,88**	,85*	,58	,48						
6 Frontbøy	5	,74*	,41	,94**	,93**	,62					
7 Knebøy	7	,90**	,67**	,93**	,90**	,89*	,83*				
8 Markløft	6	,97**	,88**	,86**	,27	,89*	,74*	,93**			
9 Frivending	6	,93**	,67*	,92**	,12	,74	,80*	,93**	,93**		
10 Rykk	5	,85**	,73*	,88**	,43	,78	,89**	,87*	,93**	,91**	
11 Liakov	4	,71*	,37	,91**	-,24	-,002	-	-	-	-	-

* $p < .05$, ** $p < .01$ (- færre enn 3 frihetsgrader).

Korrelasjonene viser at kastlengden korrelerer ekstremt sterkt med markløft, knebøy og frivending, veldig sterkt med rykk, CMJpp, kroppsvekt og år kastet, samt sterkt med de resterende verdiene foruten CMJ (Tabell 8).

4.2.3 Oppsummering:

Frem til utøveren var 17 år er det lite data på styrkeøvelser og derfor lite sammenligningsgrunnlag for styrke-eksplisiv styrke i denne perioden. Det som dog kommer frem i intervjuet fra denne perioden 11-17 år er at treningen i stor grad foregikk med kroppsvekt eller kastredskap som belastning. Det ble gjennomført stort treningsvolum med overvekt av eksplosiv trening gjennom hopp, kast og sprint. Det ble gjort noe teknikktraining i styrkeøvelser med lav belastning (<60kg) i 16-17 års alderen. Fra valg av hoved-øvelse med tilhørende arbeidskrav og etter hvert tilknytning til egen trener, skjedde et skifte mot mer spesifikk styrke trening og et større fokus på utviklingen av maksimal styrke. Fra 17,5 til 22,5 år er det en gjennomgående positiv trend i alle styrke- og eksplosive styrkeøvelser samtidig som kastlengden øker. Det er også et klart løft i CMJ, mens stille lengde er relativt stabil. Fra 23 til 25 år har utøveren problemer med en skade som begrenser totalbelastningen på underekstremitetene. Kast blir prioritert for vedlikehold av teknisk kompetanse, volumet og intensiteten i styrketreningen blir forsiktig økt etter hvert som skaden leges.

Etter skadeperioden har det vært viktig å unngå overbelastning på tidligere skadeområde, og derfor har det vært en naturlig overvekt av maksimal styrketrening, mens eksplosiv styrke og spenst har fått større fokus i siste del av forberedelsesfasen før konkurranseperiode. Utøveren har fortsatt en positiv utvikling i de eksplosive styrkeøvelsene rykk og frivending, samt markløft og knebøy som fra et allerede svært høyt nivå har økt videre. I takt med denne økningen kaster også utøveren lenger. CMJ og CMJpp resultatene ser ut til å holde seg på tilnærmet likt nivå som fra 22,5 års alderen. Utenom det beste resultatet som sammenfaller svært nærme utøverens personlige rekord. I følge utøveren selv hopper han høyest når han er ”i perseform i bøy”.

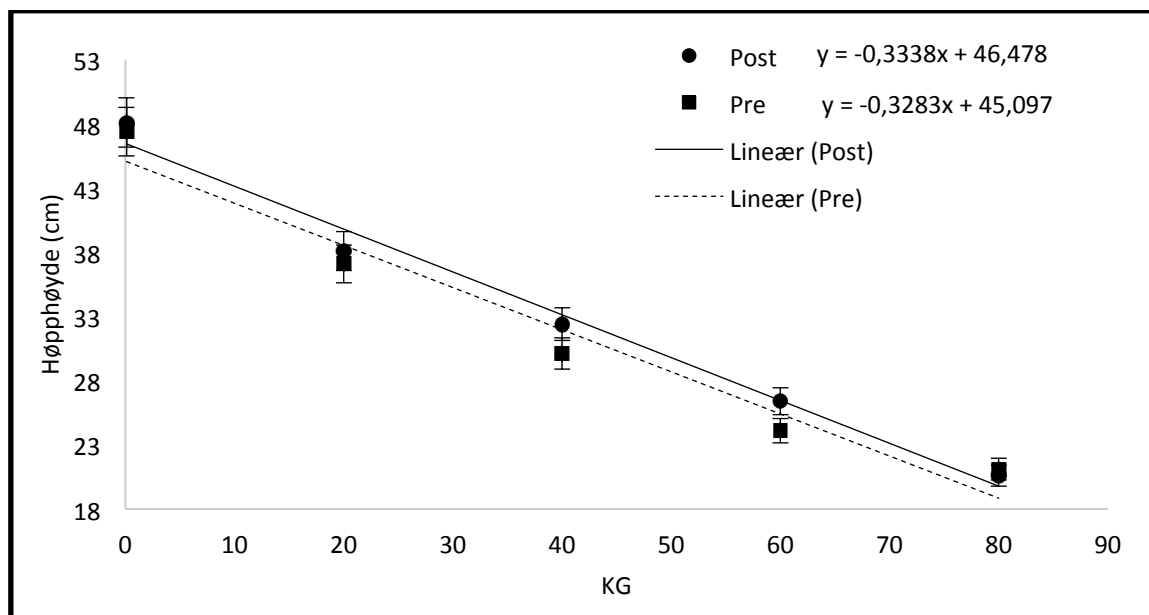
4.2.4 Trening mellom pre og post test KH-profil

Treningen mellom testene av KH-profil har bestått av tre perioder/blokker. En periode med fokus på maksimal styrke på ben med en påfølgende periode med fokus på

kastvolum. Siste periode før posttest har vært en klassisk tilnærming mot konkurranseperioden med økende intensitet og lavere volum både i den fysiske treningen og kast. En gjennomsnittlig uke for hele perioden har vært 10-20 kast pr økt 3-4 ganger i uken og 18-22 serier i knebøy fordelt på 3 økter med intensitet mellom 70 og 85%. I tillegg har han hatt en overkroppsøkt, en spesifikk styrkeøkt med drag og rotasjonsfokus, og i den siste perioden en økt med vertikal spenst og sprint. Målet for perioden har vært å øke maks styrken i knebøy, samt øke den gjennomsnittlige mengden kast med høy kvalitet. I løpet av perioden har han løftet tyngre enn noen gang i knebøy med safety bar.

4.2.5 KH-profiler

Generell profil CMJ



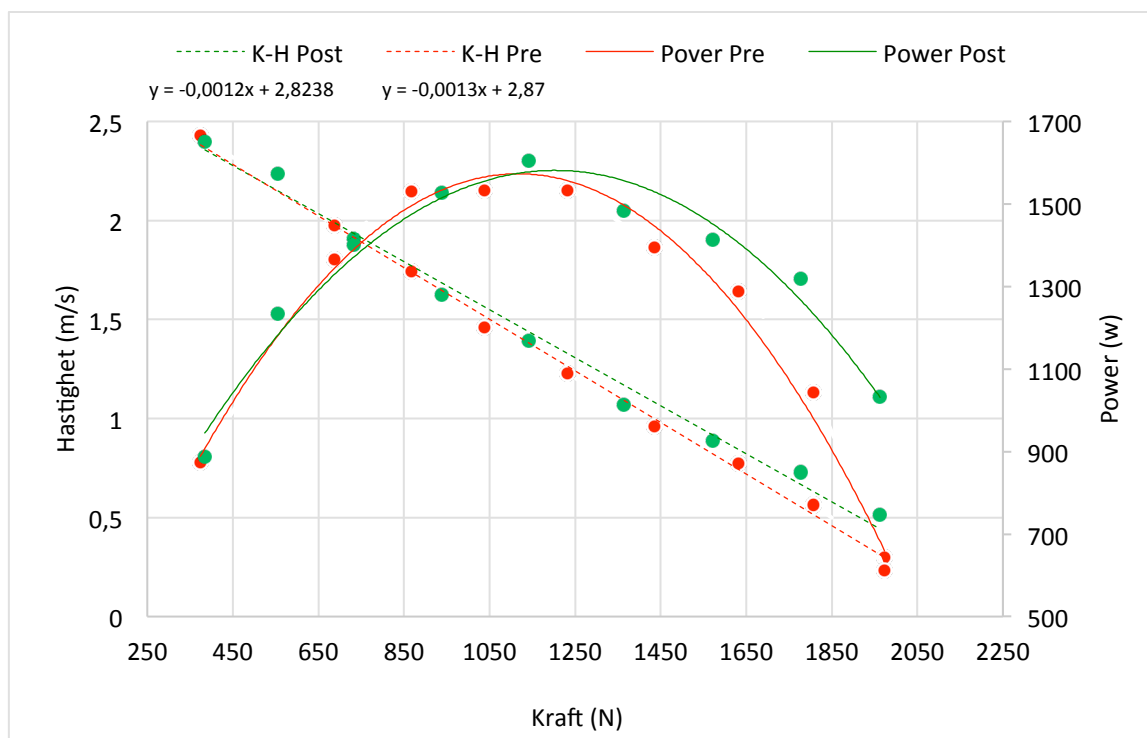
Figur 11: KH-profil pre og post treningsperiode i CMJ med økende belastning

Tabell 9: Sannsynlighet for at det er en endring og hva den er. CV=4,7% og minste

Motstand	CMJ (cm)		Endring %	Sannsynlighet (%) for at endringen er.. (konfidensintervall på 90%)		
	Pre test	Post test		Betydelig Negativ	Triviell	Betydelig Positiv
0,1	47,4	48,1	1,5	25	34	41
20	37,1	38,1	2,7	17	40	44
40	30,1	32,4	7,6	4	30	67
60	24,1	26,4	9,5	1	28	70
80	21,1	20,6	-2,4	27	64	9

KH-profilen i CMJ (Figur 11) har størst sannsynlighet for å ha hatt en betydelig positiv effekt av treningen (Tabell 9). Sannsynlighet for at endringen er positiv ser ut til å øke med økende belastning utenom for 80 kg (som ser ut til å være triviell).

Generell profil Keiser



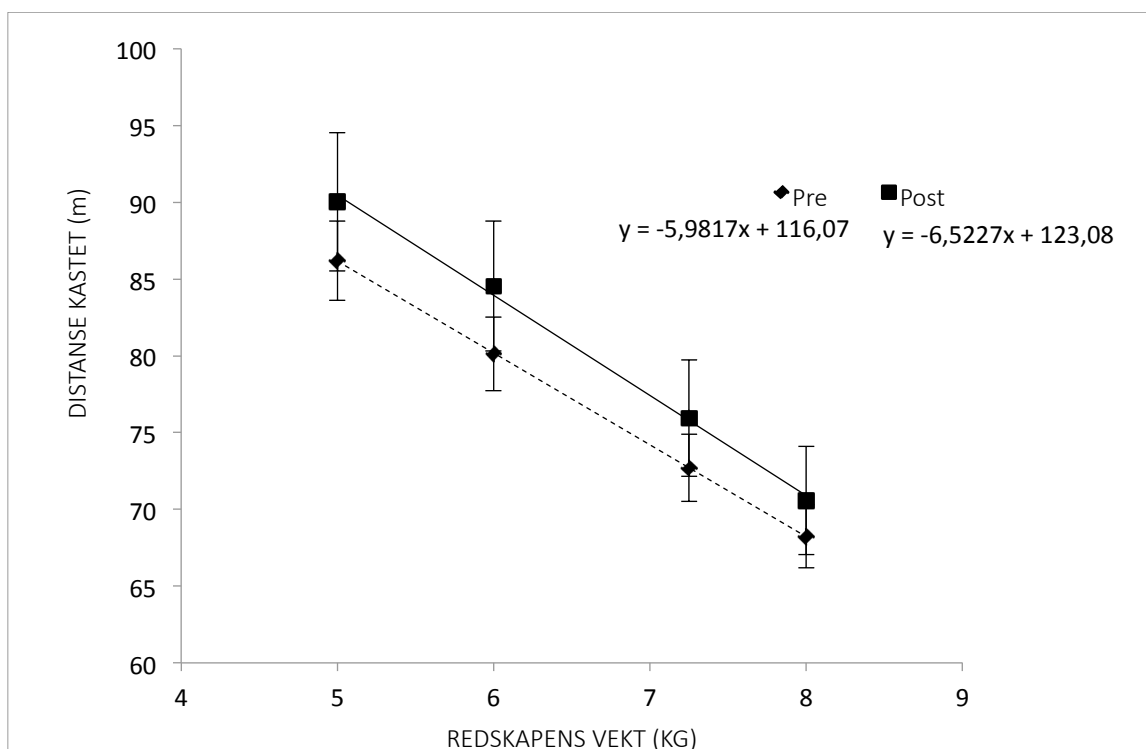
Figur 12: Pre og post test av KH-profil i benpress. Verdiene er gjennomsnittet av hele bevegelsen for hver repetisjon, samt gjennomsnittet av høyre og venstre ben.

Tabell 10: Sannsynlighet for at det er en endring og hva den er. CV = 4,2 - 5,1% og minste betydningsfulle endring 1,3%.

	Keiser			Sannsynlighet (%) for at endringen er.. (Konfidensintervall på 90%)		
	Pre test	Post test	Endring %	Betydelig Negativ	Triviell	Betydelig
Power (w)	1574,5	1571	-0,2	43	17	40
Kraft (N)	2161	2296	6,7	11	10	79
Hastighet	2,9	2,85	-1,7	51	16	33

Resultatet fra Keiser Benpress KH-profil viser i grafen en lignende endring i profil som CMJ (Figur 12). Ut ifra resultatet ser man at den positive endringen har forekommet i maksimal kraft, mens den maksimale hastigheten har blitt noe lavere (Tabell 10).

Spesifikk profil kast



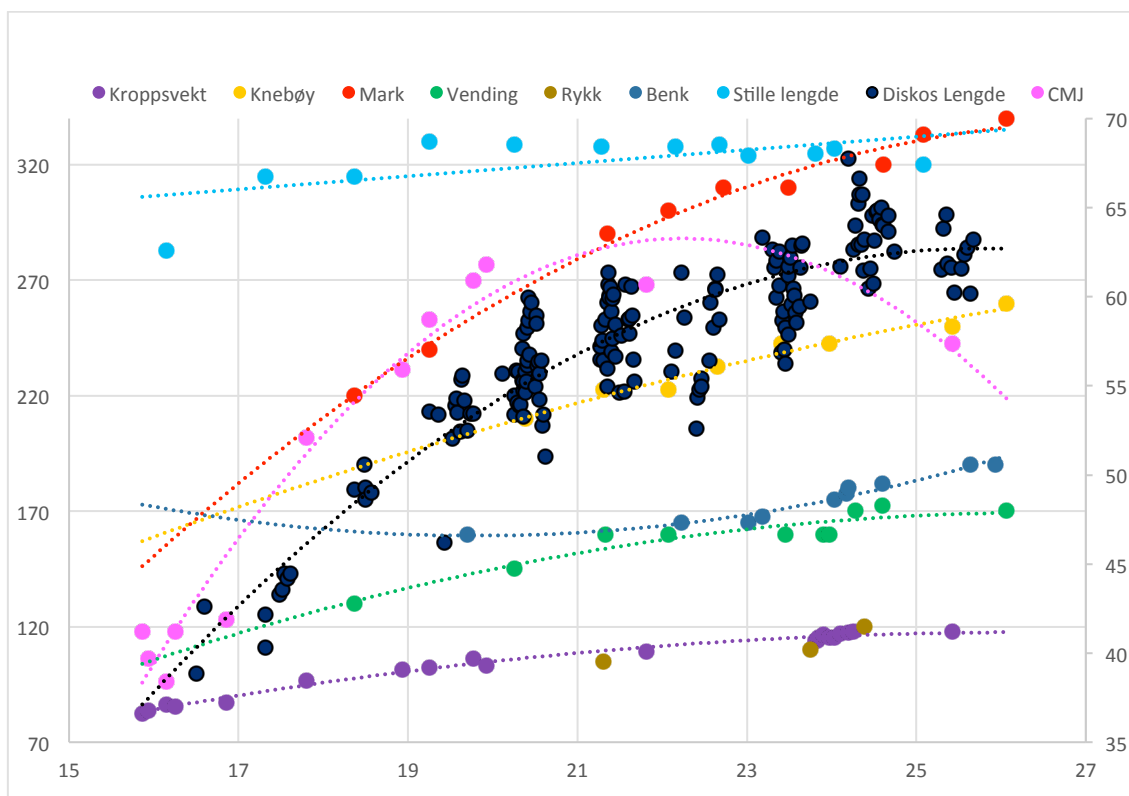
Figur 13: Pre og post test av KH-profil i kast lengde.

Tabell 11: Sannsynlighet for at det er en endring og hva den er. CV= 3,3% og minste betydningsfulle endring 1%.

Redskapens vekt (kg)	Kast			Sannsynlighet (%) for at endringen er.. (Konfidensintervall 90%)		
	Pre test	Post test	Endring %	Betydelig Negativ	Triviell	Betydelig Positiv
5	86,2	90	4,4	10	11	79
6	80,1	84,5	5,5	7	8	85
7,25	72,7	76	4,5	10	11	79
8	68,2	70,6	3,4	15	14	71

Endringen i den spesifikke KH-profilen (Figur 13) er svært sannsynlig betydelig positiv for alle alle belastningene (se Tabell 11). Selv om 8 kg slegge er den som er nærmest standardvekten (som har flest kast i perioden) er det denne motstanden som har minst fremgang på tross av potensiell økt generell styrke i underkroppen (fra keiser og CMJ).

4.3 Utøver 2 - Diskos



Figur 14: Utøver 1 sin utvikling fra han startet med seniorslegge i kastlengde og CMJ (sekundærakse Y) samt perser i treningsøvelser og kroppsvekt (primærakse Y).

Oversikten på test- og konkurranse - dataene samlet inn om utøveren, er fra et halvår før han begynte å konkurrere med senior diskos frem til i dag. En samlet oversikt på dataene gir et godt helhetsbilde på utøverens utvikling fra junior nivå, til høyeste internasjonale nivå (Figur 14). Testene (oppsummert i Tabell 12) vil bli gjennomgått mer detaljert enkeltvis senere i resultatkapittelet. Et lavt antall kastresultater fra sesongen når utøver var 22 år skyldes et skadeopphold. Forrige sesongs resultater (25år) ble preget av situasjonen med Covid-19, og fokuset var derfor på kontinuerlig utvikling heller enn maksimal prestasjon i konkurranse. Utøveren trekker frem en «bra kastarm» og at han er eksplosiv som viktige egenskaper, men ikke minst at han er dedikert. I forhold til armen nevner han at han tidlig kunne kaste stein mye lenger enn «alle andre», og at han alltid har vært «kaststerk». Det forklares (av utøveren) som evnen til å kaste langt stillestående i forhold til med tilløp, noe som tilsier at han er eksplosiv.

Tabell 12: Datapunkter som danner grunnlaget for analyse av dataene.

	Diskos	Kroppsvekt	CMJ	Knebøy	Markløft	Frivending	Benkpress	Stille lengde
n =	177	20	11	8	9	10	10	12
Min	38,8	85,4	41,2	210	220	130	160	315
Maks	67,8	118,0	61,8	260	340	172,5	190	330

4.3.1 Treningsoversikt

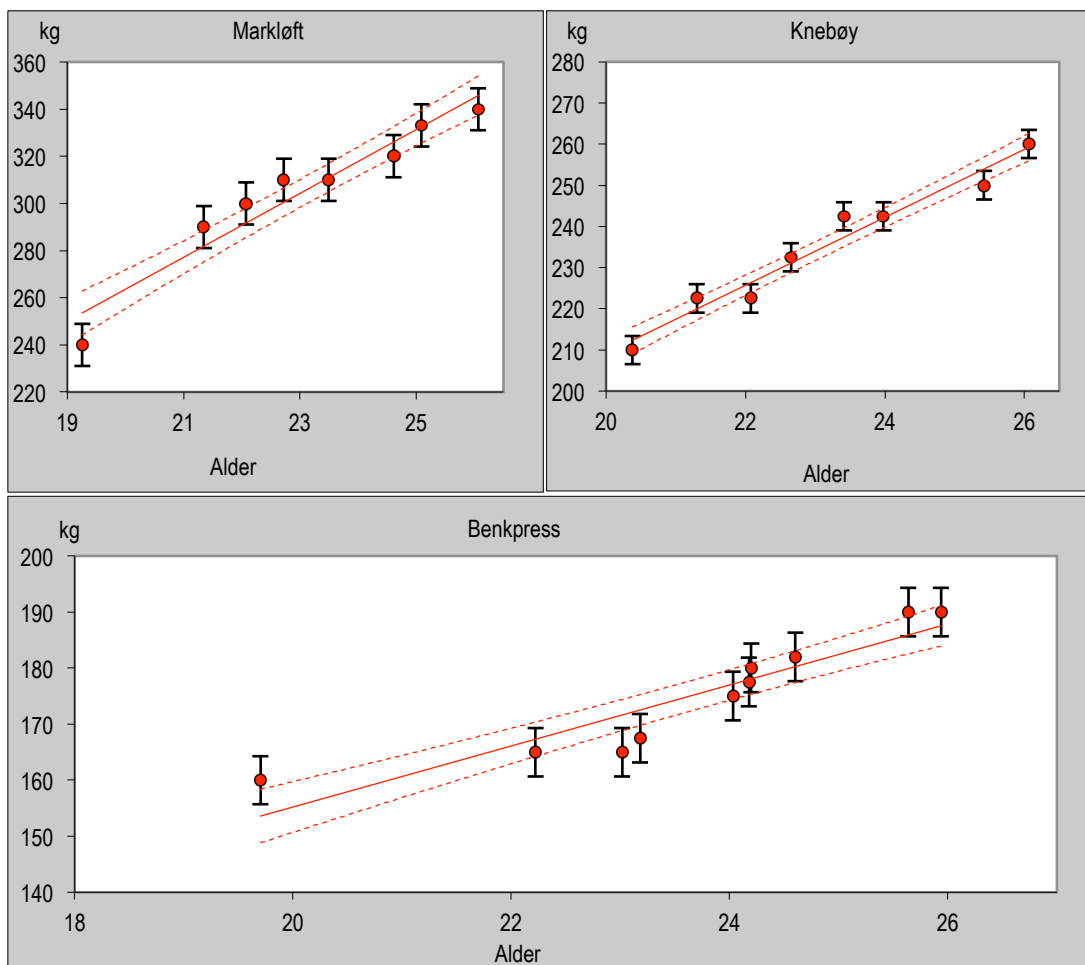
Tabell 13: Utøver 1 sitt treningsliv fra starten av organisert trening, til slutten av 2020.

		Aktivitet	Treningsinnhold
Introduksjon til friidrett gjennom foreldre som hadde vært aktive selv i kast.	7-14 år	Friidrett med sprint, hopp og kast grener. Fotball og Langrenn	Typisk «friidrettstrening» for unge med stor variasjon. Ekstra interesse for kast tidlig med foreldres aktive kasthistorikk, og treningskamerat med far som også var kaster. Trente fotball minimum 2 ganger i uka under sommerhalvåret, og langrenn på vinter.
Bare friidrett, naturlig avslutning av fotball etter ungdomsskolen og laget ble brutt opp.	14-17 år	Alle kastøvelser, sprint og hopp, veldig glad i hekk.	Trente i en friidrettsgruppe og mye sammen med to andre som hadde bra nivå i sprint og hopp. Det ble mye spensttrening, og en ekstra kastøkt i uka med far til treningskamerat (som hadde bra kastkompetanse) i tillegg til den vanlige friidrettstreningen. Begynte litt med styrketrening (ikke strukturert). Medalje fra Ungdomsmesterskapet (UM) i tresteg, kule, spyd og diskos. Naturlig mer og mer kast ettersom han fikk det bra til og «fikk mye skryt».
Bare kast, ”Skjønte at jeg kunne bli god i	17år	Kule, diskos, slegge for gøy og siste året med spyd, noe mer	

Diskos som hovedøvelse, fortsatt kule	18-21 år	Diskos, spenst, sprint og styrke. Økning i fokus på kastspesifikk styrketrening.	Stor økning i kastvolum på diskos og kule ettersom andre øvelser er lagt bort. Styrketreningen ble mer strukturert, spesifikk og fikk økende prioritering i totalen. Fortsatt mye spenst og sprint trening, kastspesifikk styrke går på kast med variasjon i øvelser, redskap og belastning.
Redusert kast sesong	22 år	Skade som begrenset aktivitet i 8 uker	Periode med redusert bentrening. Økt fokus på overkropp. Økende intensitet på ben og kast etter 8 ukers opphold.
Systematisk periodisering av treningen.	22-25 år	Økt fokus på muskelmasse og de baseøvelser som benk, knebøy og markløft. Styrke har vært egenskapen med	Økende grad av klassisk periodisering med lengre forberedelsesfase på de tyngre løftene. Med mål om å øke muskelmasse og dermed maksimal styrke samt vedlikeholde eksplosiviteten og øke den mot sesongstart.
Forrige sesong	25-26 år	Redusert konkurransesesong på grunn av Covid-19	Fokus på fysisk utvikling også gjennom sesong for å bli enda bedre forberedt til OL, selv om det kunne bety noe dårligere prestasjon i konkurranse.
Denne sesongen	26-27 år	Formtopping med OL som hovedmål. Fortsatt fokus på økt masse i forberedelsesfasen.	Stort fokus på styrke i forberedelsesfasen. Kast- og eksplosiv styrke, samt spenst mot sesongstart. Forbedre maks styrke i enkeltøvelser spesielt benkpress, samt beholde eksplosiv styrke, men helst også øke der mot sesongstart.

4.3.2 Utvikling av fysiske resurser

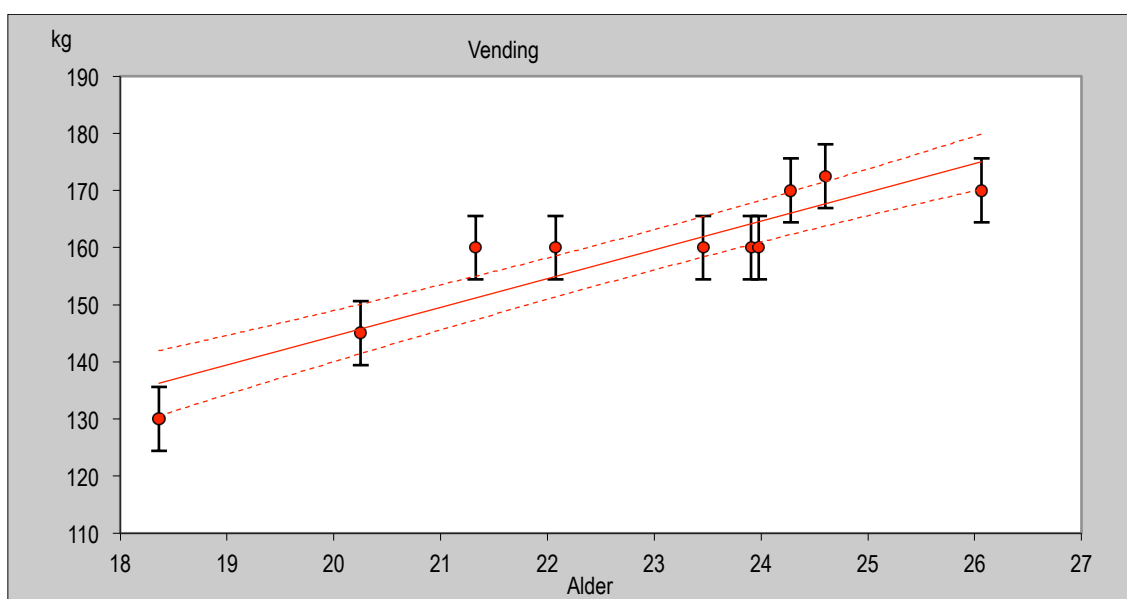
Styrkeøvelser



Figur 15: Utøvers gjennomsnittlige utvikling i Markløft, knebøy og benkpress fra 19,5 til 26 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.

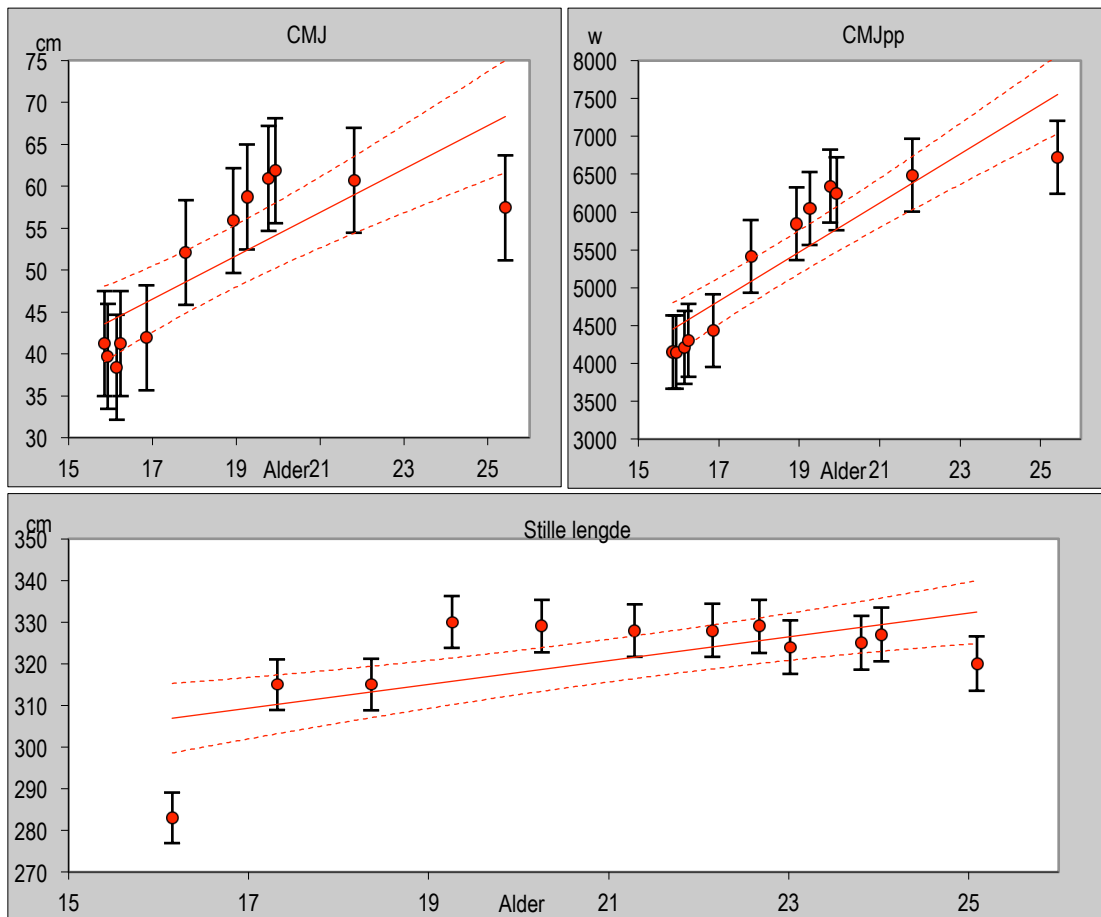
Utøveren har en gjennomsnittlig årlig økning i maksimal styrke i markløft, knebøy og benkpress på henholdsvis 4,5% , 3,5% og 3,1% (Figur 15). Det er antydninger til at skadeperioden bremset utviklingen noe (22 til 23 år), men det varte ikke lenge. En tilnærmet flat trend frem til 23 år i benkpress da teknikken på øvelsen endres og får deretter en positiv utvikling etter et økt fokus på dette i treningsarbeidet.

Eksplorative øvelser



Figur 16: Utøvers utvikling i frivending fra 18-26 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.

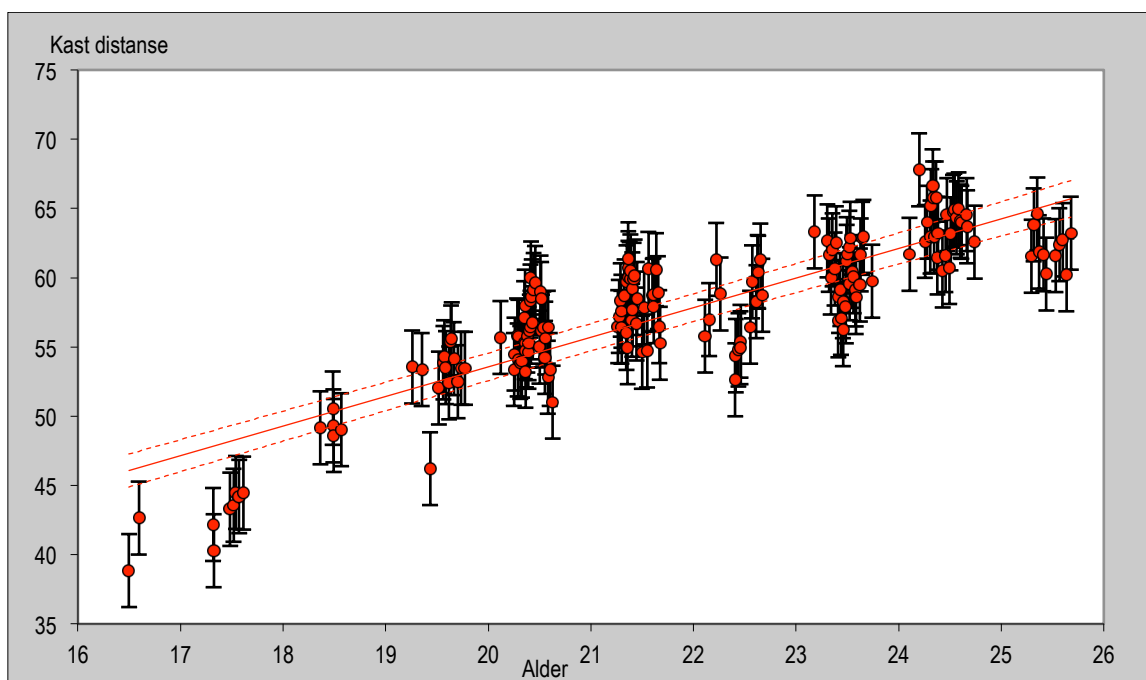
Frivending har hatt en gjennomsnittlig utvikling på 3,2% pr år (Figur 16). Trenden viser en markant økning i øvelsen fra 17,5 til 21,5 år (23%) og deretter en flatere økning til 26 år. Rykk var ikke en prioritert øvelse for utøveren og det ble ikke registrert tilstrekkelig antall tester fra den øvelsen. Øvelsen blir brukt i varianter for trening av eksplosiv styrke, med lav belastning.



Figur 17: Utøvers utvikling i prestasjon i CMJ og CMJpp fra 16-25 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.

Den årlige utviklingen i CMJ, CMJpp og stille lengde har vært på henholdsvis på 5,1% og 6,0% og 0,9% per år (Figur 17). En svært tydelig positiv trend frem til han var 20 år på hele 50% i CMJ og 16% i stille lengde. Etter 20 år har han med en økende kroppsvekt, klart å holde spenst kapasiteten tilnærmet flat (noe negativ), mens CMJpp fortsetter å øke.

Kast



Figur 18: Prestasjonen i kast siden utøveren startet med senior diskos (2 kg) fra 16,5 til 26 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.

Den gjennomsnittlige økningen i kast-lengde er på 3,7% per år (Figur 16). 2 sesonger avviker fra trenden i utvikling; sesongen 22 år ble redusert på grunn av en skade (som påvirket prestasjonen), mens sesongen 25 år ble redusert på grunn av Covid-19, og prestasjon i konkurranse ble bare prioritert i få stevner.

Tabell 14: Korrelasjoner mellom de forskjellige testene, samt kroppsvekt og kastlengde.

Korrelasjon	Df	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Kast lengde	8										
2 Kroppsvekt	7	,96**									
3 År kastet	9	,96**	,97**								
4 CMJ	4	,82*	,79	,64							
5 CMJpp	4	,94**	,96**	,86*	,93**						
6 Knebøy	5	,90*	,98**	,98**	-,997*	,97					
7 Markløft	6	,96**	,98**	,97**	-,29	,99	,96**				
8 Frivending	4	,96**	,97*	,96**	-	-	,93*	,99**			
9 Rykk	1	,997*	,89	,93	-	-	,76	,93	-		
10 Benkpress	4	,79	,78	,91*	-	-	,85	,82*	,98*	-	
11 Stille lengde	8	,74*	,74*	,59	,98**	,89*	-,82*	,24	,72	-,09	-,83

* $p < .05$, ** $p < .01$ (- færre enn 3 verdier).

Korrelasjonene viser at kast-lengde har ekstremt stor korrelasjon med kroppsvekt, år kastet, CMJ_{pp}, knebøy, markløft, frivending og rykk; en svært stor korrelasjon med CMJ, benkpress og stille lengde. Interessant observasjon er at CMJ korrelerer negativt med 1RM knebøy. Årsaken til dette er at den første registrerte knebøypersen er etter hans beste hopp. Siden dette har han fortsatt å øke perser i knebøy mens hoppshøyden har falt.

4.3.3 Oppsummering:

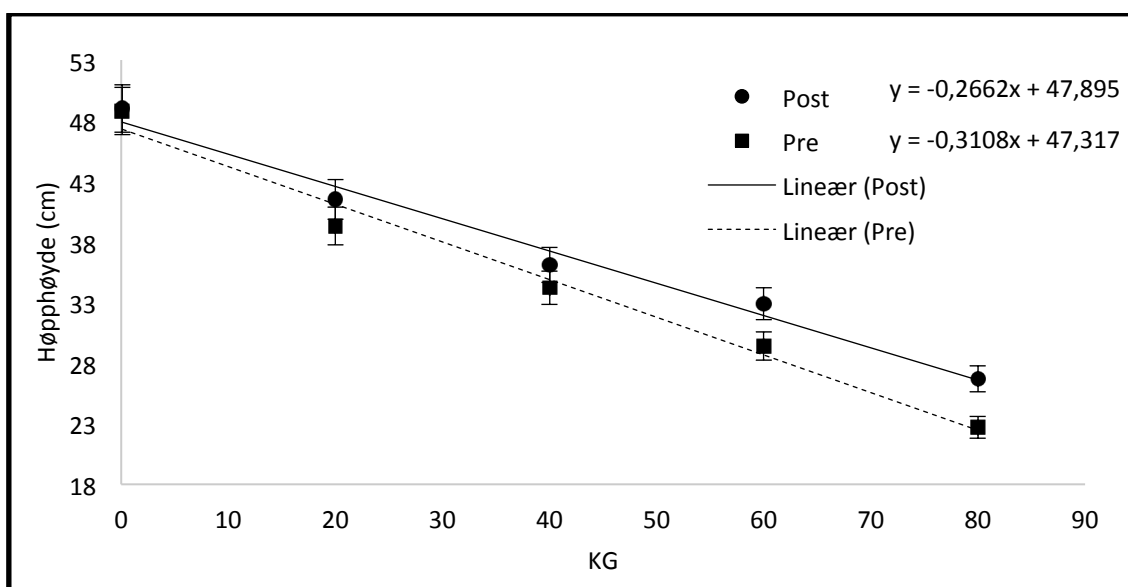
Frem til utøveren var 18,5 år er det lite data på styrkeøvelser og derfor redusert sammenligningsgrunnlag for styrke-eksplosiv styrke i denne perioden. Gjennom intervjuet kommer det frem at han var tidlig ute med et større fokus på kast enn andre friidrettsøvelser. Treningen fra begynnelsen av friidrettskarrieren var preget av variasjon i sprint, hopp og løp med økende volum frem til 14 år i tillegg til fotball og litt langrenn. Fra ungdomsskolen ble de andre idrettene lagt bort og han fikk med seg solide perser i både tresteg (ungdomsmester) og 60m sprint før kast tok helt over rundt 17 år. Frem til dette har treningen i stor grad dreid seg om kroppsvekt eller kastredskap som belastning. Et stort treningsvolum med overvekt av eksplosiv trening gjennom hopp, kast og sprint ble gjennomført. Etter rundt 16 år ble det kjøpt inn noe utstyr for å trene styrke på egenhånd. Styrketreningen startet svært generelt og ustrukturert (bli sterkere i hele kroppen), for så å struktureres i økende grad mot 19-20 år. Deretter ble fokuset mer kastspesifikt på både maksimal og eksplosiv styrke. Hvordan styrken utviklet seg mellom 16 og 19 kan ikke tallfestes, men med tanke på at han som; 18 åring har 130 kg i frivending, 19 åring har 240kg i markløft og 160 kg i benkpress, og som 20 åring over 200 i knebøy, kan man anta at utviklingen har vært tydelig positiv. Samtidig har han i denne perioden hatt en solid fremgang i CMJ (50%) og CMJ_{pp}, samt fremgang i stille lengde (16%). Etter 20 års alder flater trenden i spenst av, mens frivending øker noe videre før den stagnerer. Den maksimale styrken har en tydelig positiv trend videre til siste resultat, utenom året en skade satte noe begrensning for treningen. Trenden i kastprestasjon er også tydelig gjennomgående positiv, med to punkter som avviker. Sesongen med en skade (22 år), samt forrige sesong som ble redusert på grunn av covid-19 (25 år). Det økte fokuset på overkroppsstyrken ser ut til å gi positive resultater for styrken i benkpress.

4.3.4 Trening mellom pre og post test KH-profil

Treningen mellom KH-profil testene har vært en klassisk tilnærming mot konkurranseperioden med progresjon i økende intensitet og reduksjon i volum både i den fysiske treningen og kast. En gjennomsnittlig uke for hele perioden har inneholdt totalt fire kastøker, tre overkroppsoøker, to øker med knebøy, en drag-økt og en vertikal spenst økt. Kastøktene har vært todelt med to mengde øker (40-50 kast) og to med fokus på kvalitet (20-30 kast). Benkpress som har vært et utviklingsfokus gjennom perioden hatt har vært hoveddelen av overkroppsoøktene med 18-22 serier i uka på 70-90% av 1RM i uka, og knebøy med 10-12 serier per uke på 70-90% av 1RM. Målsetningen med den fysiske treningen har vært å øke maksimal styrke i benkpress, samt minimum å vedlikeholde maksimal styrke i ben (og helst øke noe).

4.3.5 KH-profiler

Generell profil CMJ



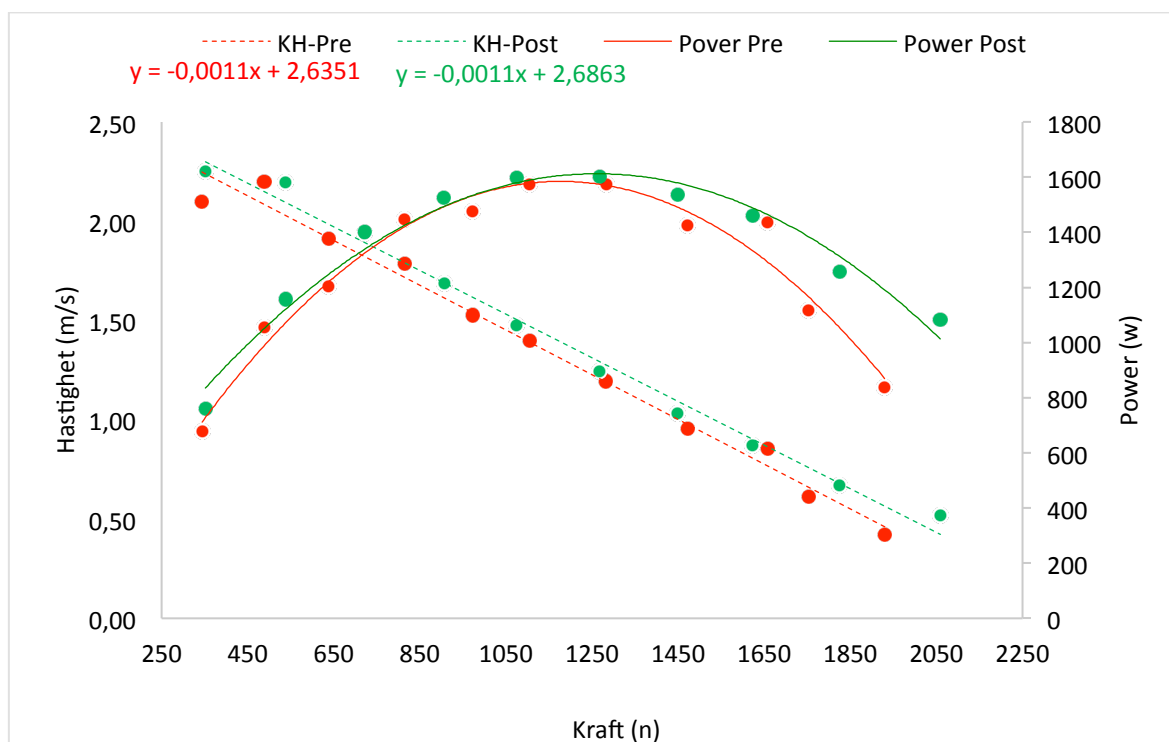
Figur 19: KH-profil pre og post treningsperiode i CMJ med økende belastning.

Tabell 15: Sannsynlighet for at det er en endring og hva den er. CV = 4,2 - 5,1%.

Motstand (kg)	CMJ (cm)		Endring %	Sannsynlighet (%) for at endringen er.. (konfidensnivå: 90%)		
	Pre test	Post test		Betydelig Negativ	Triviell	Betydelig Positiv
0,1	48,8	49	0,2	39	17	44
20	39,3	41,5	2,2	15	12	73
40	34,2	36,1	1,9	15	12	73
60	29,4	32,9	3,5	3	4	97
80	22,7	26,7	4	1	1	99

KH-profilen i CMJ (Figur 19) har størst sannsynlighet for å ha hatt en betydelig positiv effekt av treningen (Tabell 15). Sannsynligheten for at endringen er betydelig positiv ser ut til å øke med økende belastning fra mulig (0,1) til ekstremt stor (60 og 80).

Generell profil keiser



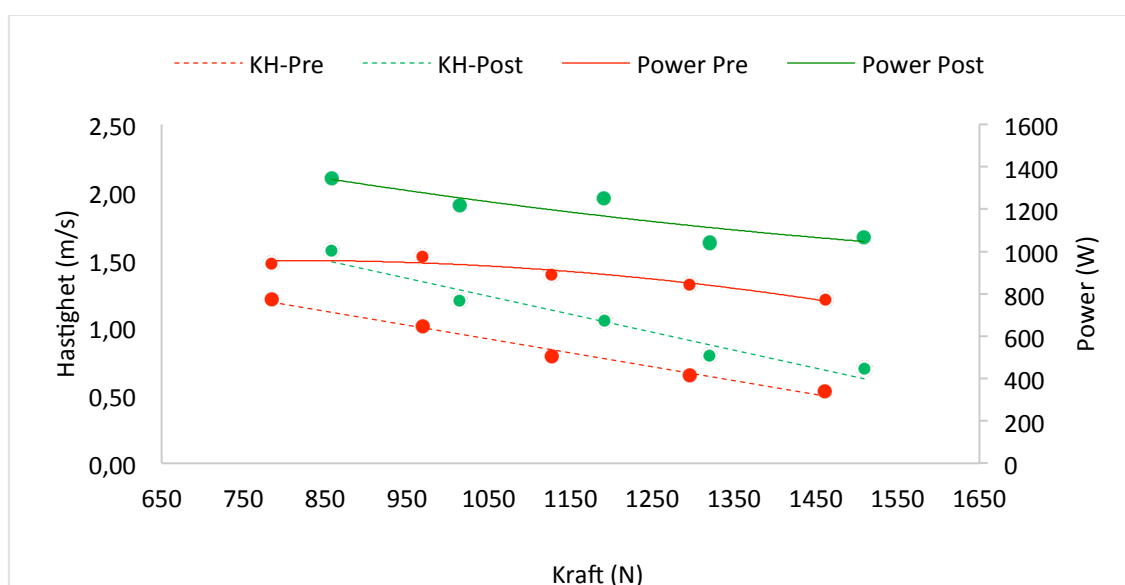
Figur 20: Pre og post test av KH-profil i benpress. Verdiene er gjennomsnittet av hele bevegelsen for hver repetisjon, samt gjennomsnittet av høyre og venstre ben.

Tabell 16: Keiser benpress med sannsynlighet for at det er en endring og hva den er. CV 4,2-5,1%.

	Keiser			Sannsynlighet (%) for at endringen er.. (konfidensnivå på 90%)		
	Pre test	Post test	Endring %	Betydelig Negativ	Triviell	Betydelig Positiv
Power (w)	1563,5	1621,5	3,7	24	15	61
Kraft (N)	2233	2430,5	8,8	6	6	89
Hastighet (m/s)	2,8	2,7	-3,6	61	15	24

Resultatet fra keiser KH-profil (Figur 20), viser i grafen en lignende endring i profil som CMJ. Ut ifra resultatet (Tabell 16) ser man at den positive endringen har kommet i maksimal kraft, mens den maksimale hastigheten har blitt noe lavere.

Generell profil benkpress



Figur 21: Pre og post test av KH-profil i benkpress.

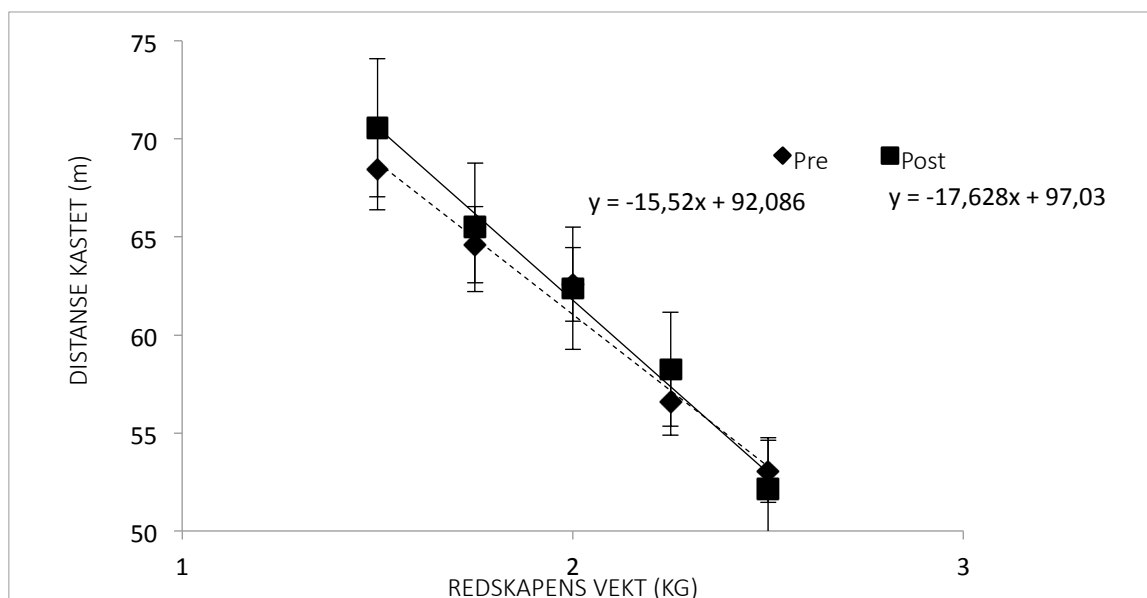
Tabell 17: Sannsynlighet for at det er en endring og hva den er. CV=4,2% og minste betydningsfulle endring 1,4%.

	Benkpress			Sjans (%) for at endringen er.. (konfidensnivå på 90%)		
	Pre test	Post test	Endring %	Betydelig Negativ	Triviell	Betydelig Positiv
Maks Power (w)	966	1303	35	0	0	100
Estimert maks (kg)	167	173	4	23	9	68

Resultatet fra benkpress KH-profil tilsier at utøveren har hatt en betydelig positiv fremgang i maksimal power og maksimal styrke i øvelsen. Den estimerte maksimale

styrken i øvelsen er nok et underestimat ettersom utøveren har bedre perser enn testen (programvaren) tilsier på de respektive tidspunktene. Fremgang i maksimal power ser ut til å være veldig høyt og vil bli omtalt i diskusjonsdelen.

Spesifikk profil kast



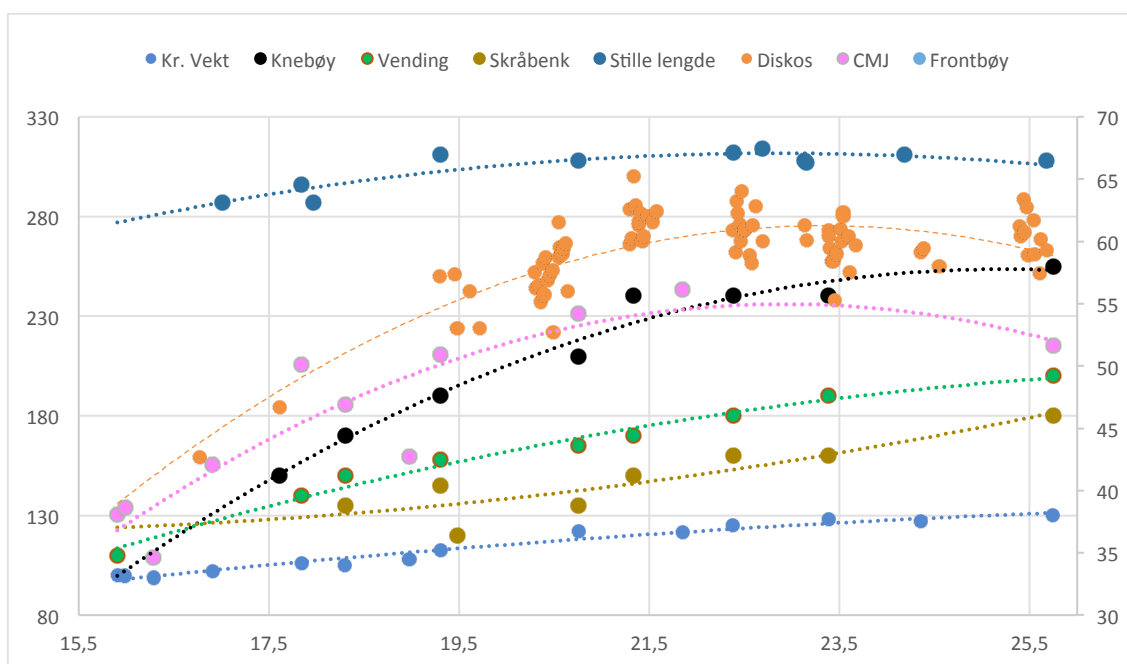
Figur 22: Pre og post test KH-profil i kast lengde.

Tabell 18: Sannsynlighet for at det er en endring og hva den er. CV=3% og minste betydningsfulle endring 1%.

Redskapens motstand (kg)	Kast Pre test (m)	Kast Post test (m)	Endring %	Sannsynlighet (%) for at endringen er.. (90% konfidensnivå)		
				Betydelig Negativ	Triviell	Betydelig Positiv
1,50	68,43	70,58	3,1	17	14	69
1,75	64,60	65,49	1,4	29	18	54
2,00	62,58	62,38	-0,3	44	19	38
2,25	56,58	58,26	3,0	18	15	68
2,50	53,04	52,16	-1,7	56	17	26

På den spesifikke kast-profilen var det både bedre og dårligere resultater på post i forhold til pre test. Derfor blir vurderingen at testene er relativt like (Figur 22). Med en mulighet for betydelig positiv endring på 1,50, 1,75 og 2,25 kg, samt en mulig betydelig negativ endring på 2,50kg (Tabell 17). Det må nevnes at forholdene under post testen var varierende og i størst grad negative for kastprestasjon (medvind).

4.4 Utøver 3 - Diskos



Figur 23: Utøvers utvikling fra første registrerte testresultat med kastlengde og CMJ (sekundærakse Y), samt perser i treningsøvelser og kroppsvekt (primærakse Y)

Oversikten er fra litt før utøveren begynte å konkurrere med senior diskos. Spyd var hovedøvelse frem til 17 år, og som 18 år deltok han ikke i så mange konkurranser med senior-diskos (2kg). Sesongen når han var 24 hadde han tekniske utfordringer med kast og derfor redusert deltagelse i konkurranse. Utøveren trekker frem en bra «connection» mellom ben og overkropp, i det legger han at han er flink til å utnytte styrken i ben gjennom hoften og ut i armen. Han presiserer også det at han pleide å kaste langt i forhold til resursene sine, mens nå er det kanskje litt andre veien. Dette oppleves å ha en sammenheng med manglende overskudd i ben i perioder over lengre tid der det har vært et fokus på å øke maksimal styrke med hypertrofi som metode. Hensikten med denne oversikten er å gi et bilde på utøverens utvikling med alle resultater jeg har samlet (Figur 21 og Tabell 18). De vil bli gjennomgått mer detaljert hver for seg senere i resultatkapittelet.

Tabell 19: Datapunkter som danner grunnlaget for analyse av dataene.

	Kr. Vekt	Diskos	CMJ	CMJpp	Knebøy	Frivendin	Skråbenk	Stille lengde
n=	14	82	11	11	8	9	8	11
Min	99	42,7	34,6	4620	150	110	120	287
Maks	130	65,2	56,1	7033	255	200	180	314

4.4.1 Treningsinnhold

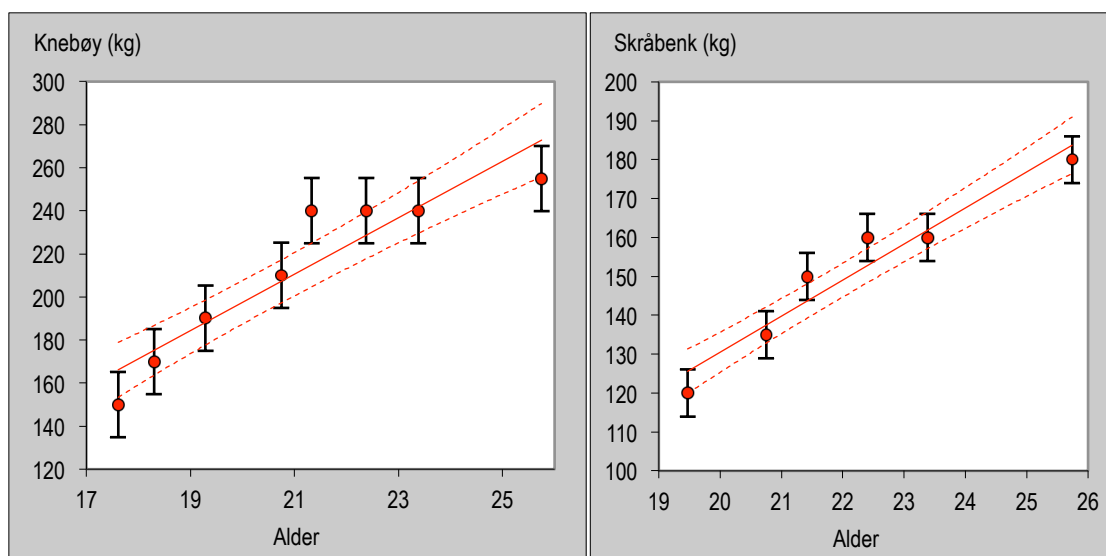
Tabell 20: Utøver sitt treningsliv fra starten av organisert trening, til slutten av 2020.

		Aktivitet	Treningsinnhold
Karate	8-14 år	Spesifikk karatetrening. Vant UM når han var 13. Og så ikke helt veien videre for å kunne hevde seg internasjonalt.	Trening preget av statiske posisjoner, småhopping og raske bevegelser. Korte pauser og stort volum. ”En og en halv time med full gass”. 3 ganger i uka og stevner i helgene. Var ”sterkest og raskest på skolen”.
Startet med friidrett	14 år	Gikk rett inn i en kastgruppe. For det meste spyd, litt kule og 60m sprint	«Variert» trening i spenst, løp og alle typene av kastøvelser.
Kast som fokus	15 år	Ble introdusert for kule 10-kamp.	Brukte hele sommeren, nesten hver dag på å gjøre liakov forover, bakover, støt høyre, venstre samt resten av 10 kamp øvelsene, perset med 5 meter i kule på første stevne etterpå. Løftet 95kg i knebøy og 100 i frivending.
Tilfeldig skifte til diskos	17 – 18 år	Skade gjorde det vanskelig å kaste spyd. Kastet mer diskos og fikk fremgang i kastlengde.	Stort treningsvolum i kastgruppen med at det skulle være 2 av hver type økt av; spenst, sprint, kast og generell styrke på over og underkropp samt buk, i forskjellige kombinasjoner (1-3økter i samme økt).

Systematisk trening med noe periodisering	18 år	Fikk systematisk styrkeprogram av en utenfor klubben	Stor økning i volum på styrketrening, samtidig stor andel løp og hopp. Og ønske om å kaste 6 økter i uken (3 kule, 3 diskos)
Økning av muskelmasse	19-24 år	Ny trener inn som mente 110 kg var litt spinkelt for en på 2 meter	Fokus på å øke muskelmassen, la på seg 5 kg i året og jobbet med å vedlikeholde spenst og løp (2 ganger i uken av begge). Lange perioder med hypertrofi (6*10reps i knebøy). Har slitt litt teknisk i slutten av denne perioden.
Denne treningssesongen	24-25 år	Ny trener (kanskje den i verden som har trent flest gode diskoskastere). Øke mobiliseringsevnen fordi tunge vekter går relativt lett, men ikke spesielt raskt.	Fokus på hastigheten i hvert enkelt løft heller enn den maksimale belastningen.

4.4.2 Utvikling av fysiske resurser

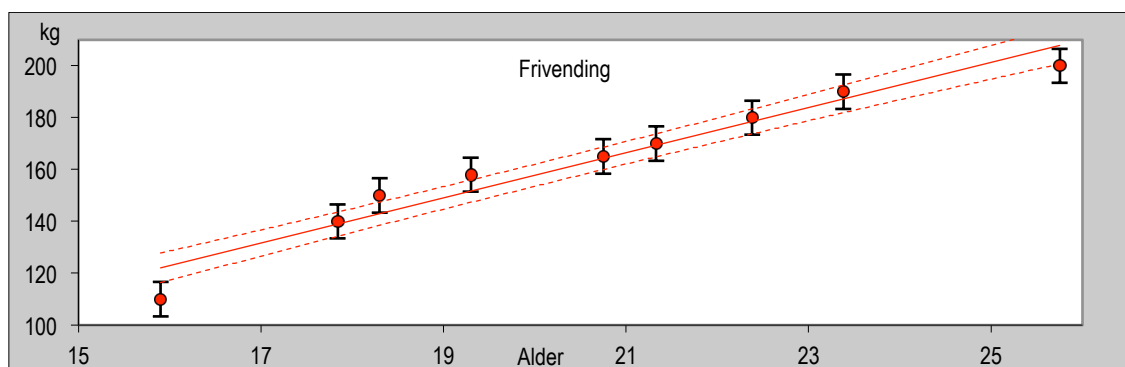
Styrkeøvelser



Figur 24: Utøvers utvikling i knebøy og skråbenk fra 17,5 til 26 år. Stiplet linje angir

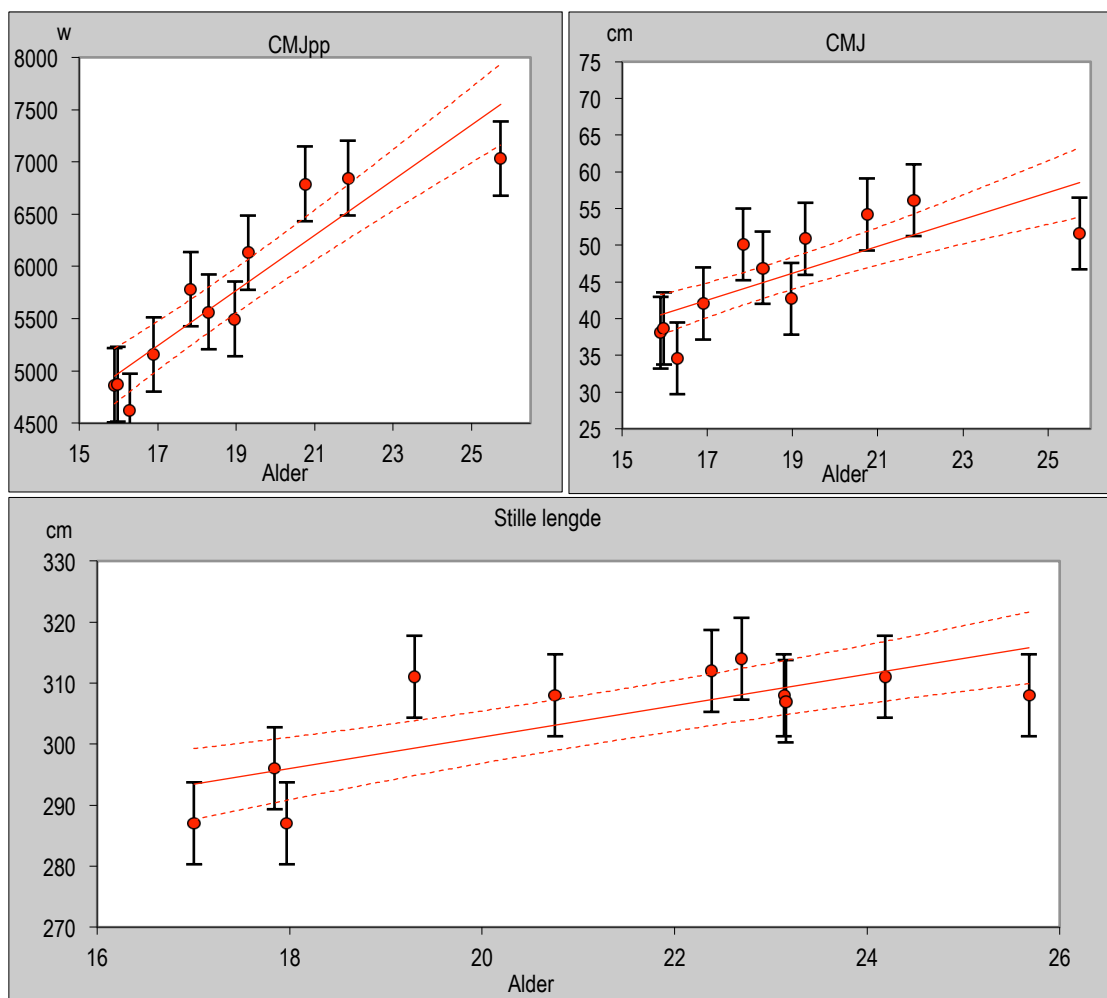
I styrkeøvelsene har han hatt en utvikling på 6,2% per år i både knebøy og benkpress (Figur 24). En tydelig positiv trend frem til 21 år for knebøy og 22 år for benkpress. Knebøy flater noe ut etter dette, mens benkpress har en tydelig videre forbedring fra 23 til 25 år. Utøveren nevner at 1RM testing i knebøy etter 240kg har vært noe risikofyllt og derfor ikke prioritert. Senere har han heller gjort noen flere repetisjoner på samme vekt for å måle fremgang.

Eksplorative øvelser



Figur 25: Utvikling i øvelsen frivending fra 16 til 26 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.

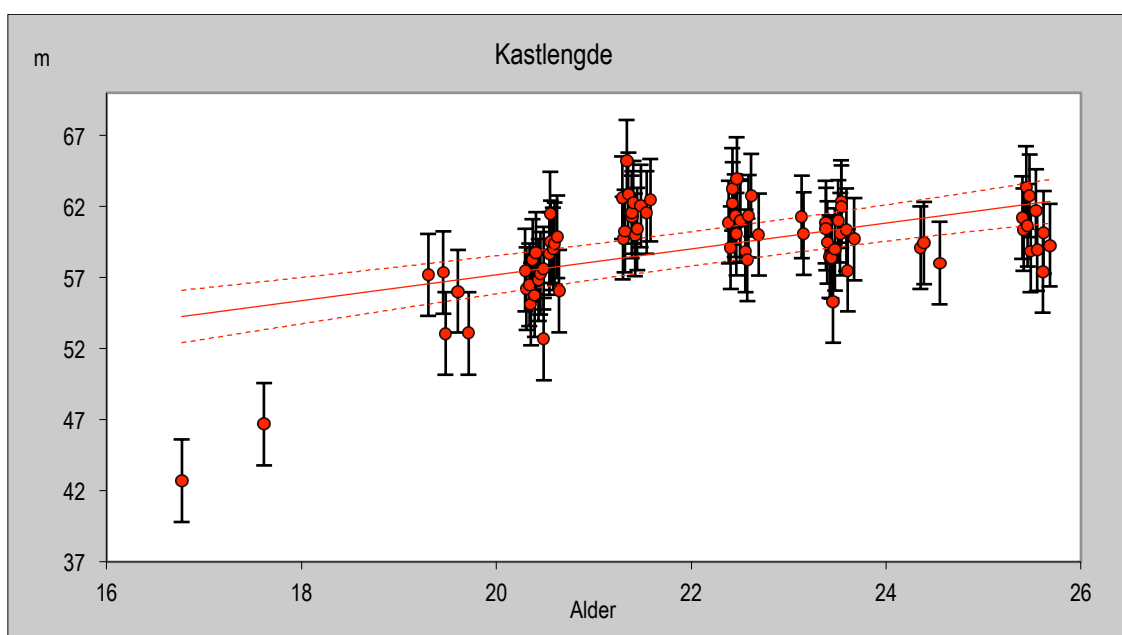
Utøveren har hatt en gjennomsnittlig forbedring på 5,3% per år i frivending (Figur 25). Øvelsen er kanskje den han har hatt best kontinuerlig fremgang på av alle testøvelsene. Det må nevnes at det ikke eksisterer mange mennesker i Norge som kan frivende 200 kg, selv om de har det som idrett.



Figur 26: Utøvers utvikling i prestasjon i svikthopp (w og høyde) samt stille lengde fra 17 til 26 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.

I de spenstrelaterte eksplosive øvelsene har utøveren hatt en fremgang på 4,6, 4,0 og 0,9% per år i henholdsvis CMJpp, CMJ og stille lengde (Figur 26). I CMJpp og CMJ var det en kraftig økning frem til 21,5 år (over 40%), mens stille lengde har en tydelig positiv trend frem til 19 år for så og flate ut.

Kast



Figur 27: Utøvers prestasjon i kast siden utøveren startet med senior diskos (2 kg) fra 17 til 26 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.

Utøveren har hatt en gjennomsnittlig økning i kastlengde på 1,6% per år. Fra 17 til 21,5 år er det en tydelig trend på økt kastlengde (Figur 27). Etter dette er trenden negativ frem til 24 år, der det ser ut til at trenden snur i sesongen han er 25 år.

Tabell 21: Korrelasjoner mellom kast lengde og de forskjellige testene.

	df	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Kast lengde	7										
2 Kr. Vekt	9	,92**									
3 År kastet	9	,86**	,96**								
4 CMJ	6	,81*	,82*	,73*							
5 CMJpp	6	,92**	,97**	,91**	,93**						
6 Knebøy	6	,96**	,95**	,94**	,62	,87*					
7 Frivending	7	,81**	,94**	,98**	,76*	,88**	,94**				
8 Rykk	1	-,997*	,99	,96	-	-	,87	,98			
9 Skråbenk	4	,71	,83*	,98**	,18	,54	,91*	,96**	,98		
10 Stille lengde	9	,86*	,55	,54	-,08	,32	,70	,57	-	-,18	

* $p < .05$, ** $p < .01$ (- færre enn 3 verdier).

Korrelasjonene viser at kastlengden korrelerer ekstremt sterkt med kroppsvekt, CMJpp og knebøy, samt svært sterkt med år kastet, CMJ, frivending og stille lengde. Interessant resultat for rykk der den negative korrelasjonen er et resultat av timingen på hvilke år det ble registrert perser i denne øvelsen. Altså på samme måte som for knebøy for utøver 2 er timingen for perser i rykk tilfeldigvis sammenfallende med den negative trenden i diskos. Det betyr ikke at økt styrke i rykk er negativt for prestasjonen i diskos.

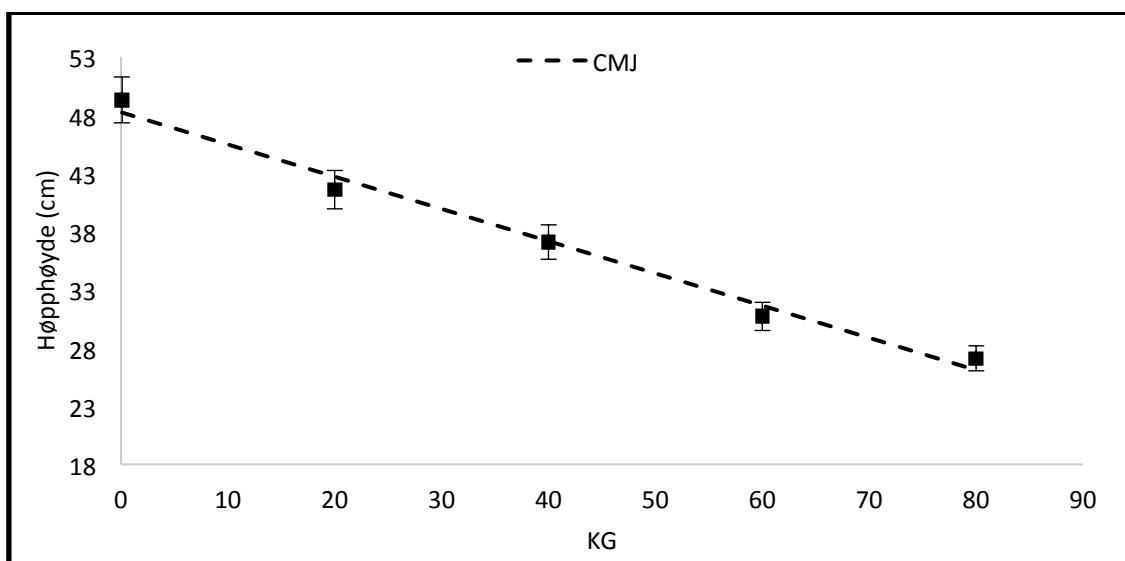
4.4.3 Oppsummering

Utøveren som var både «sterkest og raskest» på skolen har noen få resultater som kan tyde på at dette stemte som 16 åring. Treningen før 16 års alder var preget av kampsportstrening med høy intensitet før et skifte til friidrett skapte større variasjon med hopp, sprint, kast og «basis» styrketrening. En sommer med ekstremt volum av eksplosiv styrke i kast og kulestøt («hver dag hele sommeren»), gav et løft i kastkapasiteten når han var 16 år. Fra 16 til 21,5 år er det fra noe fokus på styrketrening for kast i klubbtreningen, til et økende fokus på styrke når nye trenere blir involvert. Trenden er tydelig positiv i både eksplosiv og maksimal styrke i takt med kastlengden i diskos i denne perioden. Fra 19 år økes volumet på styrketreningen med hensikt å øke muskelmassen, noe som ser ut til å bidra til en økende kastlengde frem til 21,5 år. Etter dette flater flere av testresultatene ut, også i takt med kastlengden. Kapasiteten i frivending ser ut til å være den eneste som fortsatt har en klar positiv trend sammen med skråbenk (en del senere). Med negativ utvikling i kast-lengde flere år bytter han trener som påpeker at, «ja du er sterk, men det går for sakte». Selv om den siste sesongen var preget av Covid-19, har han snudd den negative trenden og begynt å kaste lengre. Noen tekniske utfordringer jobbes med, og i styrketreningen er det hastigheten på vektene som er fokus heller enn den maksimale belastningen.

4.4.4 KH-profiler

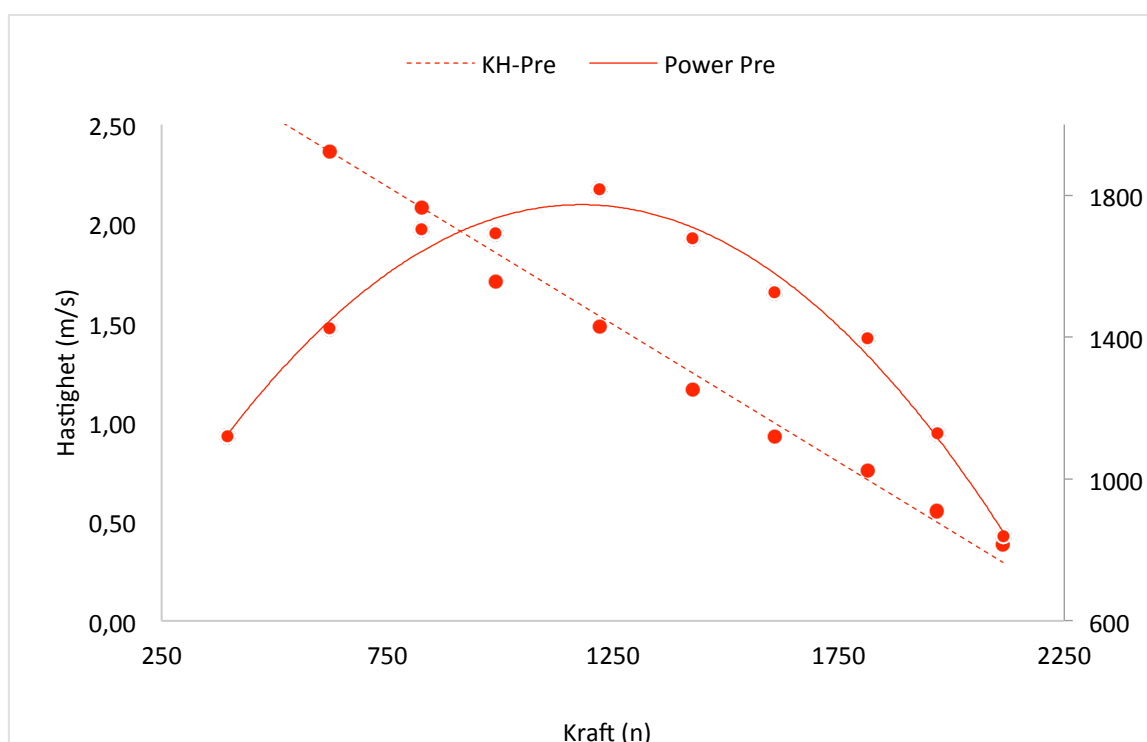
Grunnet en skade, var det dessverre ikke mulighet å få testet utøver 3 etter endt forberedelsesperiode. Derfor er det ingen post resultater i hans KH-profiler.

Generell profil underkropp CMJ



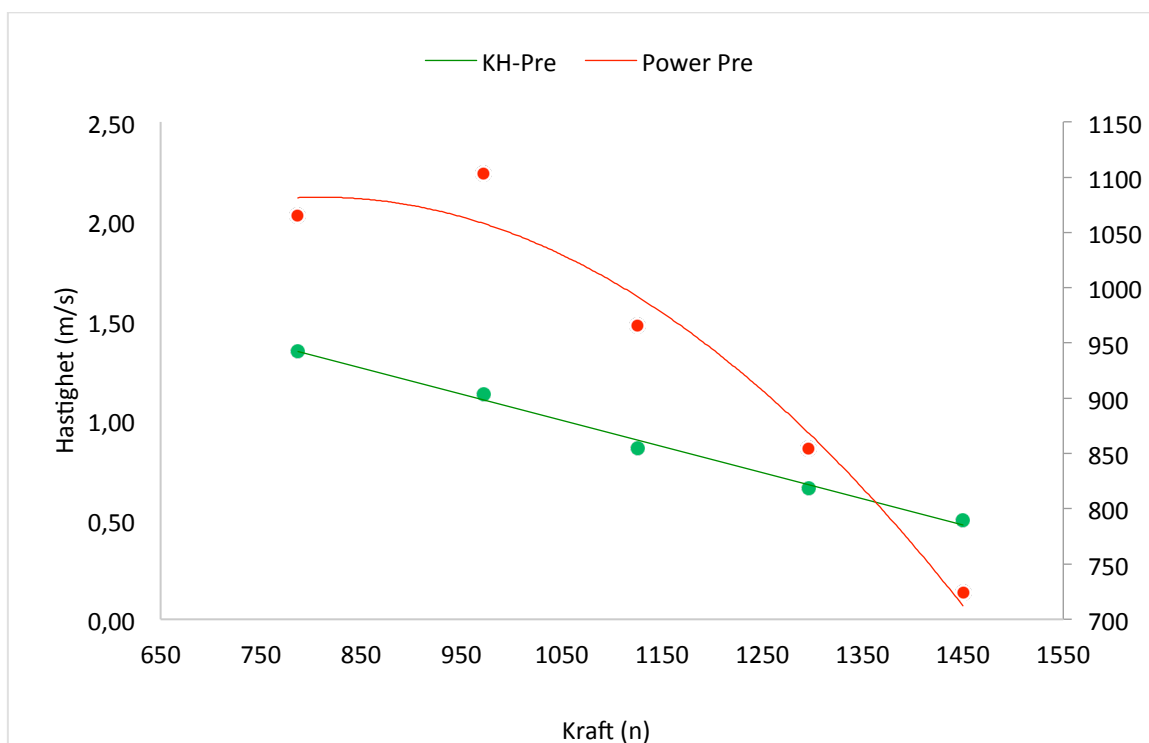
Figur 28: Utøvers KH-profil i CMJ med økende belastning.

Generell profil underkropp keiser



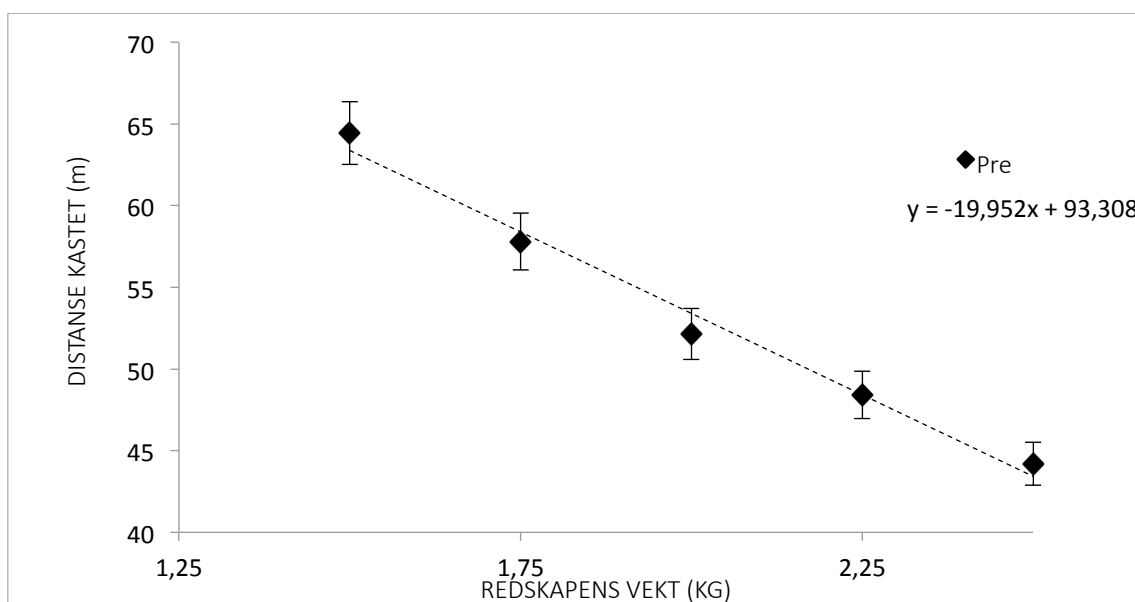
Figur 29: Utøvers KH-profil i keiser benpress (gjennomsnitt av høyre og venstre ben).

Generell profil overkropp benkpress



Figur 30: Utøvers KH-profil i benkpress.

Spesifikk profil kast



Figur 31: Utøvers KH-profil i kast lengde.

5. Diskusjon

5.1 *Utvikling av styrke og eksplosiv styrke*

Utøverne har selv om de startet på forskjellige tidspunkt alle gjennomgått det som ser ut til å være relativt like treningsregimer med variasjon i treningsinnhold i friidrettssammenheng i hopp, løp og kastøvelser frem til de valgte en hoved øvelse rundt 17 år gamle. Deretter har alle tre slående like utviklingstrender frem til rundt 22 år. En positiv utvikling observeres i både kast og perser i generelle øvelser, spesielt i styrkeøvelsene, som samsvarer med økt fokus på styrketrening. Spenst- og sprint-trening har i alle faser og perioder utgjort en stor andel av treningen, men dette har blitt redusert noe på bekostning av styrketreningen etter hvert som de ble eldre. Dermed ser det ut til at styrketreningen har vært viktig for å øke eksplosiv styrke og spenst. Dette er i tråd med tidligere observasjoner og erfaringer, maksimal styrke har betydelig påvirkning på eksplosivitet (Stone et al., 2002; Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Ved å ha lavere volum på den eksplosive treningen for å øke fokuset på den maksimale styrken, har de fått en solid fremgang i tester som har til hensikt å fange opp eksplosiv kapasitet. Dette tilsier at de har hatt en lav ESD (explosive strength deficit) etter mange år med eksplosiv trening for så å øke maksimal kraft kapasitet som er med på å heve prestasjonen i eksplosive øvelser. Zaras et al. (2013) foreslår å fokusere på maksimal styrketrening heller en eksplosiv trening for uerfarne kastere med liten muskelmasse, fordi det gir like god fremgang i kastprestasjon i tillegg til muskelvekst. Et argument for dette er at man i periodisering av trening, naturlig tar ut volum og øker fokuset på eksplosivitet mot konkurranseperioden og derfor potensielt drar nytte av den økte muskelmassen (Bompa & Carrera, 2005). Dette ser ikke ut til å ha vært sentralt for de aktuelle utøverne i denne studien, da det ser ut som fokuset har vært å maksimere den eksplosive kapasiteten før styrketreningen ble viktigere og viktigere.

Etter at de har nådd et visst nivå i maksimal styrke, ser det ut at de har nådd et tak for å hente ut videre treningseffekt av eksplosiv styrketrening, noe som også er i tråd med tidligere funn (Stone et al., 2002). To av utøverne nevner at de er eksplosive “av natur” som en viktig egenskap for at de er gode kastere. Den tredje utøveren var inne på det samme.

Periodisering av trening bygger i på at noen prinsipper om rekkefølgen i treningen, at kraft kommer før power, fra det generelle mot det spesifikke, og fra tung styrketrening mot formtopping av egenskapene for høyest mulig eksplosivitet i konkurranse (Bompa & Carrera, 2005; Kiely, 2012). Grunnlaget skal bygges bredt for så å «spisse» pyramiden i større og større grad. Av resultatene som kommer frem i denne undersøkelsen, ser det ikke slik ut frem til utøverne er rundt 18 år. Ved å gjennomføre idrettsspesifikk trening i eksplosive øvelser som kast, sprint og hopp, har treningen vært preget av å maksimere den eksplosive styrken. Deretter har fokuset i større og større grad blitt flyttet over på den maksimale styrken som den viktigste kapasiteten å utvikle for videre progresjon. Det er interessant å vite hvordan disse utøverne har trent siden det er faktisk de tre beste resultatene som er målt både på hastighet og kraft i Keiser benpress på Olympiatoppen, noe som tilsier at de er ekstreme tilfeller.

5.2 Fordel å trene mye eksplosiv styrke i ung alder eller bare naturlig?

Faktorene som korrelerer best med kastlengde på tvers av utøverne og øvelsene er maksimal styrke i markløft, knebøy og frivending, samt CMJpp. Om man bare ser på disse verdiene, kunne man tenke seg at unge utøvere bør fokusere på å utvikle styrken sin fra tidlig alder i tillegg til kast- kapasitet og teknikk. Dette ved å veksle mellom å trene hypertrofi og maksimal styrke fra tidlig alder. Men det er flere observerte hendelser for disse utøverne som taler mot dette.

Fra man starter med en idrett, er det naturlig at gjennomføring av trening for å utvikle seg i idretten, er å faktisk gjøre idretten i sin helhet eller i deler av helheten. Utøvere som holder på med eksplosive idretter som kast, hopp og sprint, vil derfor naturlig nok drive mye med eksplosiv trening. De vil lykkes i større eller mindre grad ut ifra sine forutsetninger og evne til å opparbeide seg effektive teknikker. Som en av utøverne fortalte; ”når man er flink, er det gøy og man fortsetter”.

Med tanke på at sterke utøvere ikke nødvendigvis er veldig eksplosive, (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006) virker det hensiktsmessig å etterstrebe en utvikling av den eksplosive styrken som grunnlag for å kunne kaste langt. For så å ”fille på” med mer motor i maksimal styrke etter hvert. Utøverne har selv tatt opp at det er vanskelig å opprettholde volum på eksplosive øvelser med lav ytre belastning og høy hastighet på

grunn av en økende kroppsvekt. Så ved å trene mye på hastighets enden av KH-kurven tidlig i karrieren, kan det ha seg at utøverne i stor grad klarer å vedlikeholde denne egenskapen med et lavere treningsvolum enn det som må til for å utvikle den og dermed ”spare” kroppen for den ekstra belastningen. Her trenger man mer forskning for å kunne si noe med større sikkerhet.

Samtidig som det kan virke hensiktsmessig at disse utøverne har blitt gode på den måten de har trent på, kan det godt også være at de hadde blitt gode uansett hvordan de hadde trent (så lenge de hadde fått kastet mye). Kastere på universitetsnivå ser ut til å ha mer Type-II muskelfibre enn vanlige studenter (Stone et al., 2003). I følge Tønnessen og Enoksen (2021a, 2021b) burde kastere i både diskos og slegge ha over 70% type-II fibre for å kaste 63m og 77m, kan man anta at disse utøverne har en høy andel av dette (alle har perser over disse lengdene). Derfor kan det være at de hadde respondert med økt eksplosiv kapasitet selv om fokuset hadde vært på hypertrofi og maksimal styrke på et tidligere tidspunkt. En svakhet med denne oppgaven er at det ikke ble gjort muskelbiopsier for analyse av utøvernes muskelfibertypesammensetning.

Eksplorative egenskaper kan tenkes å være positivt for teknikkutvikling i eksplorative idretter. Evnen til å utvikle kraft hurtig blir bestemt av intra- og intermuskulær koordinasjon, og koordinering av bevegelser er bestemmende for teknisk utførelse av oppgaver (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Derfor kan det være hensiktsmessig på samme måte som utøverne i denne studien, å opparbeide seg en evne til å utvikle kraft hurtig, som gir muligheten for å få en effektiv teknikk, som igjen vil nytte godt av en større motor (mer kraft).

5.3 Balanse i utvikling

Utøver 3 ser ut til å ha hatt et mye større fokus på økning av kroppsmasse noe som ser ut til å ha påvirket kastlengden negativt. Han har samtidig hatt en solid økning i en eksplosiv øvelse (frivending), men i nyere tid fått beskjed om at det går for treigt selv om han er utrolig sterk i denne øvelsen. Dette antyder at han har nådd et punkt der tung styrke har fått for mye fokus i forhold til andre egenskaper som eksplosiv styrke eller teknikk i kast (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). I denne sammenhengen blir det spennende å følge denne utøveren videre de neste sesongene. Et tydelig skifte i

fokus fra maksimal styrke til eksplosiv styrke og økt hastighet i løftingen, kan gi mer overskudd i ben som han til tider har savnet.

5.4 Korrelasjoner med kastlengde

Faktorene som korrelerer best med kastlengde på tvers av utøverne er maksimal styrke i markløft, knebøy og frivending samt CMJpp. Resultatene støtter dermed tidligere antagelser og funn i at kasterne må både være ekstremt sterke og eksplosive (Aunevik-Berntsen, 2016; Bantum, 2000; Bourdin et al., 2010; Enoksen & Tønnessen, 2000; Tønnessen & Enoksen, 2021a, 2021b). Deretter kommer svært sterke sammenhenger mellom år kastet, kroppsvekt og kast lengde som også er i tråd med tidligere funn (Hollings et al., 2014; Schmolinsky, 1996; Stone et al., 2002; Stone et al., 2003). Korrelasjonene er i utgangspunktet basert på et solid datagrunnlag, men på grunn av varierende antall tester og registrerte perser i de forskjellige øvelsene, kan årene som ikke har noen testresultat komme på ugunstige tidspunkt i forhold til å gjøre sammenhengen bedre eller dårligere enn den egentlig fortjener. For eksempel ble det observert at rykk for utøver 1 korrelerer tilnærmet perfekt negativt med kastlengde. Det kommer av at de få økningene som er registrert for rykk, sammenfaller med kortere kastlengde de samme årene. Dette har blitt tatt hensyn til ved å ikke bruke korrelasjonsanalysen til å komme med nye påstander, men heller undersøke om disse utøverne passer inn i allerede veletablert teori. For de 3 utøverne følger de forskjellige parameterne hverandre, noe som gjør det vanskelig å finne ut hva som er viktigst. Ved å godta antagelsen om at de som har en høy evne til å utvikle power, også vil ha en evne til å utvikle høy kraft, men at det ikke nødvendigvis det samme gjelder i motsatt fall, kan det tenkes at den eksplosive styrken er avgjørende for å lykkes i kast (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Med det sagt, ser det jo ut til at når utøverne i denne undersøkelsen var rundt 17 år var de nettopp eksplosive uten ekstreme kraftressurser tilgjengelig. Etter hvert som de tilegnet seg den kapasiteten gjennom år med trening, økt maksimal styrke og muskelmasse, viste dette seg også i de eksplosive øvelsene selv om de hadde mindre fokus på den eksplosive treningen.

5.5 Forventninger til videre fremgang

Det fysiske nivået utøverne nå er på er så høyt at det kan tenkes at det er vanskelig å fortsette en videre økning. Basert på trendlinjen deres i de forskjellige styrkeøvelsene ser det ut til at de fortsatt kan øke videre selv om det virker ekstremt krevende å øke

videre fra et allerede så høyt nivå. For de eksplosive øvelsene ser det ut til at man ikke kan forvente en like stor fremgang. Spenstøvelsene har mest sannsynlig vært på sitt beste mens power i spensthoppet antas at fortsatt kan økes.

Basert på Hollings et al. (2014) er begge diskoskasterne godt under snittalderen for når kastere i gjennomsnitt oppnår sin beste prestasjon, noe som tilsier at man kan forvente videre progresjon for disse i konkurranse. Sleggekasteren er noe over snittalder (men fortsatt innenfor 1SD) for beste prestasjon. Uansett, sleggekastere ser ut til å ha lange perioder med prestasjoner på sitt høyeste nivå ($6,0 \pm 2,3$ år) så vi kan anta at han presterer på like høyt eller høyere nivå ettersom han fortsatt øker på den fysiske kapasiteten.

5.6 KH-profiler

Tendensen for utøver 1 i kast-profilen er svært trolig en betydelig positiv endring i lengde for alle motstander, mens utøver 2 sin profil er uforandret eller noe bedre på lettere motstand og dårligere på tyngre motstand. Samtidig er det svært trolig at de begge har økt kraft i øvelsene som omfatter underkroppen. Dette kan antyde at de fortsatt har et potensiale i å videreutvikle styrken for å få effekt på eksplosiv styrke (at de fortsatt har en ESD høyere enn 50%). Derimot ser benkpress profilen for utøver 2 til å utvikle seg i samme retning som kastprofilen. I KH-profilene for underkropp (CMJ og keiser) ser det ut til at det har forekommet en betydelig positiv endring, spesielt på høyere belastning for både utøver 1 og 2. Resultatet kan tenkes å være hensiktsmessig for utøvere som har hatt et større fokus på maksimal styrke i perioden mellom testene og støtter observasjoner fra tidligere undersøkelser (V.M. Zatsiorsky & Karasiov, 1978; Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Utøver 2 har hatt en svært positiv utvikling i KH-profil i benkpress. Resultatets retning stemmer nok bra, men det kan se noe høyt ut i forhold til forventet fremgang. Utøveren perset med 10kg i 1RM i samme periode og ble estimert til å øke omtrent 10 kg i testen. Hastigheten på stangen er bestemmende for resultatet, og selv om pre testen ble filmet og samme testleder gjennomførte testene med utøveren, kan det tenkes at testlederen har vært noe ”snillere” med tanke på gjennomføring av godkjente løft. Ved å ha litt større hastighet i eksentrisk fase kan utøveren muligens ha fått litt bedre muligheter til å utvikle høyere hastighet. Det er fortsatt svært trolig at det har vært en betydelig fremgang, men kanskje ikke fullt så stor som testen sier.

Det som er tydelig for disse utøverne over denne perioden er at endringen deres i generelle KH-profiler ikke ser ut til å være lik endringen i den spesifikke KH-profilen. Om man skal benytte seg av KH-profiler i treningsarbeidet er det viktig at de er spesifikke for prestasjonen (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Hensikten med de spesifikke KH-profilene er å kunne si noe om det er styrken eller hastigheten som er ”svakheten” i kastet. Tilbakemeldingene fra utøver 1 og 2 er at de sjelden bruker vekten på redskapen i treningen (typisk de tyngste for disse utøverne), og at det derfor var vanskelig å oppnå maks i testen fordi det var uvant å kaste med. De lettere redskapene har de mer erfaring med fra jr. nivå, og har blitt noe mer brukt i treningen enn de tyngre redskapene. Samtidig som de opplever at de tyngre redskapene er litt vanskeligere å kaste med kan jo dette også bidra til å bekrefte at de er mer eksplosive enn sterke, og derfor føler at de lykkes bedre med en lettere redskap enn en tyngre.

For disse utøverne har det å kaste KH-profil med redskaper i kast vært spennende, men om det er en god måte å kontrollere treningen er usikkert. De som kaster mellom 100 og 200 kast i uken, vil ha en svært god oppfatning av hvilken kastform de er i på standardvekten, og det er derfor usikkert om en profil kan gi mer informasjon ut over dette. Det kan være hensiktsmessig å fortsette med kastprofiler for å se om den endres gjennom sesong og over flere sesonger. De generelle profilene ser ut til å kunne tilføre mer informasjon enn beste resultat i enkelttestester, som CMJmaks i forhold til CMJ KH-profil. Ved flere målepunkter og en lineær trendlinje mellom den vil gi et mer helhetlig testresultat, og i mindre grad være avhengig av at utøveren gjør et beste forsøk på en god dagsform.

5.7 Svakheter ved studien og videre undersøkelser

Det er bred enighet om at det er nødvendig med et stort spenn i mulige tilnærminger for en problemstilling (Patton, 2002). Det var to andre tilnærminger som ble vurdert i dette prosjektet som hadde vært ”enklere” eller ”renere” metodisk:

1. En ren kvantitativ analyse av treningshistorikken sett opp mot testresultatene. Dette ville gi en mer overordnet oversikt på innhold i trening utøverne har gjennomført for å oppnå sin kapasitet. Årsaken til at dette ikke ble gjort i denne studien var todelt. Utøverne hadde i varierende grad ført treningslogg, og det er en utfordring å analysere

treningslogger som ikke har et system for å si noe om intensitet og innsats i treningen; da blir det vanskelig å si noe om hvilke egenskaper man har trent på.

2. En inngående fenomenologisk undersøkelse om hvordan utøverne selv har opplevd sin utvikling og hvilke nøkkelfaktorer de peker på som kritiske (Johannessen et al., 2011). En slik tilnærming ville nok i større grad dreid mot deres iboende egenskaper og evne til å utvikle seg, noe som ville gitt mindre fokus på deres ekstreme fysiske egenskaper, som har vært av primær interesse.

Denne studien omhandler utøveres utvikling av fysiske kapasiteter, som i stor grad er avhengige av muskelfibertypesammensetning (Moritani, 2003). Derfor er det en svakhet ved denne studien at dette ikke ble gjennomført. Det er ikke nødvendigvis enkelt å få utøvere til å gjennomføre muskelbiopsier, men for lignende fremtidige undersøkelser vil det være ønskelig.

En annen svakhet i denne oppgaven er mangel på et objektivt mål på utøvernes tekniske ferdigheter, både historisk og i sammenheng med KH-profilene. Nivået på utøverne tilsier at de er gode tekniske når de er på sitt toppnivå, men det er sannsynligvis en betydningsfull variasjon. Det ville riktig nok kreve omfattende biomekaniske analyser for å avdekke dette.

Gjennomgang av treningslogger og historiske testresultater påpeker viktigheten av å teste relevante fysiske egenskaper med god reliabilitet og jevnlig; samt ha gode systemer for trygg og oversiktlig lagring og behandling av dataene. Om man har slike systemer på plass er det mulig å følge utøvere over tid med presisjon i treningen, og det gir muligheter for å undersøke forskjeller i utvikling mellom utøvere som oppnår ulike nivåer i idretten sin i fremtiden.

Med mye informasjon tilgjengelig om både antropometri, arbeidskrav og kapasiteten til de aller beste utøvere, burde utøvere og trenere i fremtiden ta hensyn til viktigheten av å øve på øvelsen og de mest nærliggende egenskapene tidlig i karrieren, for så å i større grad fokusere på den fysiske kapasiteten i muskelkraft for å øke kastlengden. Det kan tenkes at med mye informasjon om sluttproduktet og målsetning om å komme seg dit så hurtig som mulig, kan trenere og utøvere tidlig bli ivrige med å utvikle maksimal styrke

for prestasjonsutvikling og dermed måtte redusere mengden på eksplosiv styrke og kasting. Men det er mulig å være sterk uten å kaste langt i diskos, for teknikken er helt avgjørende.

Fremtidige undersøkelser som omhandler trening for kastere i friidrett eller andre tekniske øvelser som stiller store krav til både styrke og eksplosiv styrke burde ta hensyn til langtidseffekten treningsinnholdet vil ha for utøvere i utvikling. En treningsintervensjon på 6 uker vil kunne ha en effekt på styrke og eksplosivitet i en periode (uker) etter intervensjonen. Dette har blitt kalt residualeffekten (Vladimir M. Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Dette kan bety at utbytte av en treningsperiode kan være avhengig av hva som gjøres i neste periode, om man for tidsforskyvninger i prestasjonsendringer som gjør det vanskelig å tolke årsak-virkning. Det trengs studier som følger utøvere over flere år, for å undersøke dette.

Spesifikke KH-profiler i forhold til generelle KH-profiler burde undersøkes på større grupper med varierende ferdighetsnivå, for å se om det eksisterer reelle sammenhenger mellom de generelle og spesifikke KH-profilene i forhold til ferdighetsnivå.

6. Oppsummering og konklusjon

6.1 Utøvernes utvikling

Utviklingstrenden for utøverne i denne studien er at de fra juniornivå til rundt 21,5 år, har hatt en ekstrem utvikling i både maksimal og eksplosiv styrke, samt kast-lengde i sine respektive øvelser. Deretter har utviklingen av den eksplosive styrken flatet noe av, mens maksimal styrke fortsetter den positive utviklingstrenden. Utviklingen i kast-lengden har variert mellom utøverne etter 21,5 år, med forskjellige mulige årsaker. Etter 21,5 år er fellestrekkene at samtidig som de har vedlikeholdt den eksplosive styrken ser det ut til at de har kunnet utnytte den økte maksimale styrken de opparbeidet seg i den fysiske treningen, i den spesifikke kastøvelsen. Det kan tyde på at eksplosiviteten også er en viktig egenskap for å kunne utvikle en robust og effektiv teknikk.

Funnene i denne studien antyder at et stort treningsvolum med fokus på eksplosiv styrke i ung alder vil få videre positiv utvikling som følge økt maksimal styrke på seniornivå. Dette er noe trenere og utøvere burde ha i tankene når de planlegger langsiktig utvikling for sine utøvere i kast. Men det behøves flere studier som undersøker utøveres trening og utvikling i et longitudinelt perspektiv, for å kunne si noe om det ville hatt et annet utfall om utøverne hadde trent mer maksimal styrke på et tidligere tidspunkt.

6.2 Endring i KH-profiler

Gjennom en treningsperiode på fem måneder forekommer det noen endringer i de generelle KH-profiler. Det som ser ut til å være en fellesnevner er at hele profilen forflyttet seg slik at utøverne er både blitt raskere og sterkere, altså en parallellforskyvning av trendlinjen. Dette stiller spørsmålstegn med nytten av slike tester. Studier med flere utøvere er nødvendig for å undersøke dette videre.

Referanser:

- Alcazar, J., Csapo, R., Ara, I., & Alegre, L. M. (2019). On the Shape of the Force-Velocity Relationship in Skeletal Muscles: The Linear, the Hyperbolic, and the Double-Hyperbolic. *Frontiers in Physiology*, *10*, 769. doi:10.3389/fphys.2019.00769
- Aunevik-Berntsen, M. (2016). *Overføring av styrke og kraft i diskos*. Paper presented at the Trenerseminaret i friidrett, Oslo.
- Babbitt, D. (2000). Discus. In J. L. Rogers (Ed.), *USA Track & Field coaching manual* (pp. 235-248). Champaign, Ill: Human Kinetics.
- Bantum, K. (2000). Hammer Throw. In J. L. Rogers (Ed.), *USA Track & Field Coaching Manual* (pp. 265-277). Champaign, Ill: Human Kinetics.
- Bartlett, R. (2008). Principles of Throwing. In V. Zatsiorsky (Ed.), *Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention* (Vol. 9, pp. 365-380): Blackwell Science Ltd.
- Bartonietz, K. (2008). Hammer Throwing: Problems and Prospects. In V. Zatsiorsky (Ed.), *Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention* (Vol. 9, pp. 365-380): Blackwell Science Ltd.
- Bompa, T. O., & Carrera, M. (2005). *Periodization training for sports* (2nd ed. ed.). Champaign, Ill: Human Kinetics.
- Bourdin, M., Rambaud, O., Dorel, S., Lacour, J. R., Moyen, B., & Rahmani, A. (2010). Throwing Performance is Associated with Muscular Power. *International Journal of Sports Medicine*, *31*(7), 505-510. doi:10.1055/s-0030-1249622
- Buchheit, M. (2018). Magnitudes matter more than beetroot Juice. *Sport Performance & Science Reports 1*. doi: <https://sportperfsci.com/magnitudes-matter-more-than-beetroot-juice/>
- Cronin, J., & Sleivert, G. (2005). Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Medicine*, *35*(3), 213-234. doi:10.2165/00007256-200535030-00003
- Dick, F. W. (2014). *Sports training principles* (6th ed. ed.). London: Bloomsbury.
- Enoksen, E., & Tønnessen, E. (2000). *Friidrett : fordypningsbok : studieretning for idrettsfag* (Bokmål[utg.] [i.e. Fellesutg.] ed.). Oslo: Gyldendal undervisning.
- Fitts, R. H., & Widrick, J. J. (1996). Muscle mechanics: adaptations with exercise-training. *Exerc Sport Sci Rev*, *24*, 427-473.
- Garcia-Ramos, A., Feriche, B., Perez-Castilla, A., Padial, P., & Jaric, S. (2017). Assessment of leg muscles mechanical capacities: Which jump, loading, and variable type provide the most reliable outcomes? *Eur J Sport Sci*, *17*(6), 690-698. doi:10.1080/17461391.2017.1304999
- Grgic, J., Lazinec, B., Schoenfeld, B. J., & Pedisic, Z. (2020). Test-Retest Reliability of the One-Repetition Maximum (1RM) Strength Assessment: a Systematic Review. *Sports Medicine - Open*, *6*(1), 31. doi:10.1186/s40798-020-00260-z
- Hollings, S., Hopkins, W., & Hume, P. (2014). Age at Peak Performance of Successful Track & Field Athletes. *International Journal of Sport Science & Coaching*, *9*, 651-661. doi:10.1260/1747-9541.9.4.651
- Hopkins, W., Hawley, J. A., & Burke, L. M. (1999). Design and analysis of research on sport performance enhancement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *31*(3), 472-485.

- Hopkins, W. G. (2007). A Spreadsheet for Deriving a Confidence Interval, Mechanistic Inference and Clinical Inference from a P Value. *Sportscience* 2007(11), 16-20. doi:(sportsci.org/2007/wghinf.htm)
- Hopkins, W. G. (2010). Linear models and effect magnitudes for research, clinical and practical applications. *Sportscience*, 14, 49-59.
- Hopkins, W. G. (2017). A Spreadsheet for Monitoring an Individual's Changes and Trend. *Sportscience*, 21, 5-9.
- Jimenez-Reyes, P., Samozino, P., Brughelli, M., & Morin, J. B. (2016). Effectiveness of an Individualized Training Based on Force-Velocity Profiling during Jumping. *Front Physiol*, 7, 677. doi:10.3389/fphys.2016.00677
- Jimenez-Reyes, P., Samozino, P., Brughelli, M., & Morin, J. B. (2017). Effectiveness of an Individualized Training Based on Force-Velocity Profiling during Jumping. *Front Physiol*, 7, 677. doi:10.3389/fphys.2016.00677
- Jimenez-Reyes, P., Samozino, P., & Morin, J. B. (2019). Optimized training for jumping performance using the force-velocity imbalance: Individual adaptation kinetics. *PLoS One*, 14(5), e0216681. doi:10.1371/journal.pone.0216681
- Johannessen, A., Tufte, P. A., & Christoffersen, L. (2011). *Introduksjon til Samfunnsvitenskapelig Metode* (4 ed.). Oslo: Abstrakt forlag.
- Judge, L., Bellar, D., McAtee, G., & Judge, M. (2010). Predictors of Personal Best Performance in the Hammer Throw for U.S. Collegiate Throwers. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 10, 54-65. doi:10.1080/24748668.2010.11868501
- Kiely, J. (2012). Periodization Paradigms in the 21st Century: Evidence-Led or Tradition-Driven? *International journal of sports physiology and performance*, 7, 242-250. doi:10.1123/ijsp.7.3.242
- Knuttgen, H., & Kraemer, W. (1987). Terminology and Measurement in Exercise Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 1, 1-10. doi:10.1519/00124278-198702000-00001
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju* (2. utg. ed.). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Leigh, S., Gross, M. T., Li, L., & Yu, B. (2008). The relationship between discus throwing performance and combinations of selected technical parameters. *Sports Biomechanics*, 7(2), 173-193. doi:10.1080/14763140701841399
- Lindberg, K., Solberg, P., Bjørnsen, T., Helland, C., Rønnestad, B., Thorsen Frank, M., . . . Paulsen, G. (2021). Force-velocity profiling in athletes: Reliability and agreement across methods. *PLoS One*, 16(2), e0245791. doi:10.1371/journal.pone.0245791
- Macdougall, D. J. (2008). Hypertrophy and Hyperplasia. In V. Zatsiorsky (Ed.), *Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention* (Vol. 9, pp. 365-380): Blackwell Science Ltd.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovement Jump Tests. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 18, 551-555. doi:10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2
- Moritani, T. (2003). Motor unit and motoneurone excitability during explosive movement. In P. V. Komi (Ed.), *Strength and Power in Sport* (2 ed.). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Patton, M. Q. (2002). Two Decades of Developments in Qualitative Inquiry:A Personal, Experiential Perspective. *Qualitative Social Work*, 1(3), 261-283. doi:10.1177/1473325002001003636

- Poprawski, B. (1987). TRACK AND FIELD: Aspects of strength, power and speed in shot put training. *Strength & Conditioning Journal*, 9(6), 39-43.
- Redden, J., Stokes, K., & Williams, S. (2018). Establishing the Reliability and Limits of Meaningful Change of Lower Limb Strength and Power Measures during Seated Leg Press in Elite Soccer Players. *J Sports Sci Med*, 17(4), 539-546.
- Reid, C., Dolan, M., & DeBeliso, M. (2017). The Reliability of the Standing Long Jump in NCAA Track and Field Athletes. *International Journal of Sports Science*, 7(6), 233-238. doi:doi: 10.5923/j.sports.20170706.05
- Riggott, M. (2017). Data for the 2016 Olympic Games in Rio de Janeiro. Retrieved from <https://www.flother.is/blog/olympic-games-data/>
- Rogers, S., Couvée, K., & Buckley-Irvine, N. (2012). Olympics 2012: full list of every medal winner - and how they break down. Retrieved from <https://www.theguardian.com/sport/datablog/2012/aug/10/olympics-2012-list-medal-winners>
- Raastad, T., Wisnes, A. R., Rønnestad, B. R., Refsnes, P. E., & Paulsen, G. (2010). *Styrketrening : i teori og praksis*. Oslo: Gyldendal undervisning.
- Samozino, P., Rejc, E., Di Prampero, P. E., Belli, A., & Morin, J. B. (2012). Optimal force-velocity profile in ballistic movements--altius: citius or fortius? *Med Sci Sports Exerc*, 44(2), 313-322. doi:10.1249/MSS.0b013e31822d757a
- Sayers, S. P., Harackiewicz, D. V., Harman, E. A., Frykman, P. N., & Rosenstein, M. T. (1999). Cross-validation of three jump power equations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(4), 572-577. doi:Doi 10.1097/00005768-199904000-00013
- Schmolinsky, G. (1996). *Track and field*. Toronto, Ont: Sport Books Publ.
- Selye, H. (1950). Stress and the general adaptation syndrome. *British medical journal*, 1(4667), 1383-1392. doi:10.1136/bmj.1.4667.1383
- Stone, M., Moir, G., Glaister, M., & Sanders, R. (2002). How much strength is necessary? *Physical Therapy in Sport*, 3(2), 88-96. doi:<https://doi.org/10.1054/ptsp.2001.0102>
- Stone, M., O'Bryant, H., McCoy, L., Coglianese, R., Lehmkuhl, M., & Schilling, B. (2003). Power and Maximum Strength Relationships During Performance of Dynamic and Static Weighted Jumps. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 17, 140-147. doi:10.1519/1533-4287(2003)017<0140:PAMSRD>2.0.CO;2
- Terzis, G., Kyriazis, T., Karampatsos, G., & Georgiadis, G. (2012). Muscle Strength, Body Composition, and Performance of an Elite Shot-Putter. *International journal of sports physiology and performance*, 7(4), 394. doi:10.1123/ijspp.7.4.394 10.1123/ijspp.7.4.394
- Terzis, G., Spengos, K., Kavouras, S., Manta, P., & Georgiadis, G. (2010). Muscle fibre type composition and body composition in hammer throwers. *J Sports Sci Med*, 9(1), 104-109.
- Thagaard, T. (2013). *Systematikk og innlevelse : en innføring i kvalitativ metode* (4. utg. ed.). Bergen: Fagbokforl.
- Tønnessen, E., & Enoksen, E. (2021a). *Arbeidskrav diskos*. Norges Friidrettsforbund. <https://www.friidrett.no/contentassets/274e901400294903a5657d34827e1cc6/arbeidskrav-diskos.pdf>.
- Tønnessen, E., & Enoksen, E. (2021b). *Arbeidskrav slegge*. Norges Friidrettsforbund. <https://www.friidrett.no/globalassets/kompetanse/friidrettstrening.no/ovelser/slegge/arbeidskrav-slegge.pdf>.
- WorldAthletics. (2019). *Technical Rules Book C - C2. 1*.

- Yin, R. K. (2003). *Case study research : design and methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
- Young, W. B. (2006). Transfer of strength and power training to sports performance. *Int J Sports Physiol Perform*, 1(2), 74-83. doi:10.1123/ijsp.1.2.74
- Zaras, N., Spengos, K., Methenitis, S., Papadopoulos, C., Karampatsos, G., Georgiadis, G., . . . Terzis, G. (2013). Effects of Strength vs. Ballistic-Power Training on Throwing Performance. *J Sports Sci Med*, 12(1), 130-137.
- Zatsiorsky, V. M. (2003). Biomechanics of Strength and Strength Training. In P. V. Komi (Ed.), *Strength and Power in Sport* (2 ed., pp. 439-487). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Zatsiorsky, V. M., & Karasiov, N. A. (1978). The Use of Shots of Various Weight in the Training of Elite Shot Putters. . *Spon Science Herald (Sponivno-Nauchny Vestnik)*, 4, 23-31.
- Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). ***Science and Practice of Strength Training*** (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

7. Tabelloversikt

<i>Tabell 1: Oversikt alder, kroppsvekt og høyde på sleggekastere i OL London 2012 og Rio 2016. Fra The Guardian (Rogers, Couvée, & Buckley-Irvine, 2012) og (Riggott, 2017).</i>	20
<i>Tabell 2: Oversikt alder, kroppsvekt og høye på diskoskastere i OL London 2012 og Riol 2016. Fra The Guardian (Rogers et al., 2012) og (Riggott, 2017).</i>	20
Tabell 3: Oversikt datainnsamling.....	30
Tabell 4: CV og utregnet minste betydningsfulle endring for de forskjellige testene...	35
<i>Tabell 5: Oversikt på deltagere i studien</i>	42
<i>Tabell 6: Datapunkter som danner grunnlaget for analyse av dataene.</i>	43
Tabell 7: Utøver 1 sitt treningsliv fra starten av organisert trening, til slutten av 2020.	44
<i>Tabell 8: Korrelasjoner mellom kast lengde og de forskjellige testene.</i>	48
<i>Tabell 9: Sannsynlighet for at det er en endring og hva den er. CV=4,7% og minste ..</i>	50
<i>Tabell 10: Sannsynlighet for at det er en endring og hva den er. CV = 4,2 - 5,1% og minste betydningsfulle endring 1,3%.</i>	51
<i>Tabell 11: Sannsynlighet for at det er en endring og hva den er. CV= 3,3% og minste betydningsfulle endring 1%.</i>	52
<i>Tabell 12: Datapunkter som danner grunnlaget for analyse av dataene.</i>	54
<i>Tabell 13: Utøver 1 sitt treningsliv fra starten av organisert trening, til slutten av 2020.</i>	54
<i>Tabell 14: Korrelasjoner mellom de forskjellige testene, samt kroppsvekt og kastlengde.</i>	59
<i>Tabell 15: Sannsynlighet for at det er en endring og hva den er. CV = 4,2 - 5,1%.</i>	62
<i>Tabell 16: Keiser benpress med sannsynlighet for at det er en endring og hva den er. CV 4,2-5,1%.</i>	63
Tabell 17: Sannsynlighet for at det er en endring og hva den er. CV=4,2% og minste betydningsfulle endring 1,4%.....	63
<i>Tabell 18: Sannsynlighet for at det er en endring og hva den er. CV=3% og minste betydningsfulle endring 1%.</i>	64
<i>Tabell 19: Datapunkter som danner grunnlaget for analyse av dataene.</i>	65
<i>Tabell 20: Utøver sitt treningsliv fra starten av organisert trening, til slutten av 2020.</i>	66

Tabell 21: *Korrelasjoner mellom kast lengde og de forskjellige testene.....* 70

8. Figuroversikt

Figur 1: Kast-ring for slegge og diskos (slegge-ringens diameter er 2,135 m, og diskos-ringens diameter er 2,5 m i diameter).....	13
Figur 2: Slegge	15
Figur 3: Sammenhengen mellom kastlengde (diskos) og styrkeøvelsene a) knebøy, b) benkpress, og powerøvelsene c) rykk, d) frivending og e) stille lengde (med tillatelse fra Aunevik-Berntsen (2016)).....	18
Figur 4: Forholdet mellom kastlengde (hastighet) og redskapens vekt (kraft).	23
Figur 5: KH-profil underkropp fra keiser sammenlignet med andre mannlige utøvere som har testet på Olympiatoppen. N = 1540 (antall tester).....	42
Figur 6: Utøver 1 sin utvikling i kastlengde fra han startet med seniorslegge, samt CMJ (sekundærakse Y) og perser i treningsøvelser (primærakse Y).	43
Figur 7: Utøvers gjennomsnittlige utvikling i Markløft og knebøy Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.....	46
Figur 8: Utøvers utvikling i rykk og frivending fra 17 til 30 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.....	46
Figur 9: Utvikling i CMJ og CMJpp fra 17 til 31 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.	47
Figur 10: Utvikling i kast-lengde siden utøveren startet med senior slegge (7,26kg) fra 18 til 30 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.....	48
Figur 11: KH-profil pre og post treningsperiode i CMJ med økende belastning.....	50
Figur 12: Pre og post test av KH-profil i benpress. Verdiene er gjennomsnittet av hele bevegelsen for hver repetisjon, samt gjennomsnittet av høyre og venstre ben.	51
Figur 13: Pre og post test av KH-profil i kast lengde.....	52
Figur 14: Utøver 1 sin utvikling fra han startet med seniorslegge i kastlengde og CMJ (sekundærakse Y) samt perser i treningsøvelser og kroppsvekt (primærakse Y).	53
Figur 15: Utøvers gjennomsnittlige utvikling i Markløft, knebøy og benkpress fra 19,5 til 26 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.....	56
Figur 16: Utøvers utvikling i frivending fra 18-26 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.	57
Figur 17: Utøvers utvikling i prestasjon i CMJ og CMJpp fra 16-25 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.....	58

Figur 18: Prestasjonen i kast siden utøveren startet med senior diskos (2 kg) fra 16,5 til 26 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.	59
Figur 19: KH-profil pre og post treningsperiode i CMJ med økende belastning.	61
Figur 20: Pre og post test av KH-profil i benpress. Verdiene er gjennomsnittet av hele bevegelsen for hver repetisjon, samt gjennomsnittet av høyre og venstre ben.	62
Figur 21: Pre og post test av KH-profil i benkpress.	63
Figur 22: Pre og post test KH-profil i kast lengde.	64
Figur 23: Utøvers utvikling fra første registrerte testresultat med kastlengde og CMJ (sekundærakse Y), samt perser i treningsøvelser og kroppsvekt (primærakse Y)	65
Figur 24: Utøvers utvikling i knebøy og skråbenk fra 17,5 til 26 år. Stiplet linje angir 68	
Figur 25: Utvikling i øvelsen frivending fra 16 til 26 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.	68
Figur 26: Utøvers utvikling i prestasjon i svikhopp (w og høyde) samt stille lengde fra 17 til 26 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.	69
Figur 27: Utøvers prestasjon i kast siden utøveren startet med senior diskos (2 kg) fra 17 til 26 år. Stiplet linje angir område for minste betydningsfulle endring.	70
Figur 28: Utøvers KH-profil i CMJ med økende belastning.	72
Figur 29: Utøvers KH-profil i keiser benpress (gjennomsnitt av høyre og venstre ben).	72
Figur 30: Utøvers KH-profil i benkpress.	73
Figur 31: Utøvers KH-profil i kast lengde.	73

Vedlegg

Vedlegg 1: <https://www.sportsci.org/resource/stats/xIndividualTrend.xlsx>

Vedlegg 2: Intervjuguide for prosjektet:

Intervjuguide for prosjektet:

Kraft-hastighets-profiler hos kastere på nasjonalt og internasjonalt nivå

Bakgrunn:

Alder?

Idrettsgren?

Hvor lenge har du holdt på med friidrett?

Hva trente du når du var yngre? (Andre idretter, type trening)

Hvordan trente du når du var ung (frem til 16 år)? Hva ble vektlagt?

Hvor lenge har du bare fokusert på den ene grenen?

Når gikk du over til mer systematisk trening for utvikling?

Hvilke egenskaper i deg gjør at du er så god i din idrett

- Evne til å utvikle stor kraft?
 - o Generelt/spesifikt
- Evne til å oppnå stor hastighet?
 - o Generelt/spesifikt

Hvilken type kaster er du?

- (Kraft, hastighet, midt imellom, teknisk)?

Treningsarbeidet (holder oss til temaet kraft – hastighet)

Fører du treningslogg?

Hvordan har du trent for å nå ditt nivå etter skolealder?

Spesifikt:

- Egenskaper du allerede er god på?
- Egenskaper du ikke er så god på?

Generelt (fysisk trening):

- Egenskaper du allerede er god på?
- Egenskaper du ikke er så god på?

Hvor stor andel av treningen vil du si har vært kraftspesifikk?

Hvor stor andel av treningen vil du si har vært hastighets-spesifikk?

Hvordan trener du nå for å videreutvikle deg?

- Egenskaper du allerede er god på?
- Egenskaper du ikke er så god på?

Hvordan har innholdet i treningen endret seg over tid? (hypertrofi, reps, øvelser)

Vedlegg 3:

Vil du delta i forskningsprosjektet: «Kraft-hastighets-profiler hos kastere på nasjonalt og internasjonalt nivå»?

Dette er en forespørsel til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke sammenhengen mellom generelle og spesifikke kraft-hastighets-profiler og hvordan trening over tid (fra ungdomsårene) har påvirket disse profilene. I dette skrivet gir jeg deg informasjon om hensikten med prosjektet og hva deltakelse som forsøksperson vil innebære for deg. Prosjektet er et samarbeid mellom Norges idrettshøgskole og Olympiatoppen.

HENSIKT OG FORMÅL

Styrketrening blir ofte brukt for å øke evnen til utvikling av effekt («power») hos idrettsutøvere. For mange kan det være utfordrende å vite hva slags type styrketrening de skal prioritere i treningen for å oppnå dette. I denne sammenhengen har det blitt mer og mer populært å etablere en kraft-hastighet-profil for den enkelte utøver. Denne profilen skal kunne si noe om hvilke av egenskapene, kraft eller hastighet, som er dominerende for «power», og dermed kan profilen brukes til si noe om hva som bør prioriteres i treningen.

Kulestøt, diskos, og sleggekast er friidrettsøvelser der evnen til å generere ekstrem høy «power» er avgjørende for prestasjonen. Det interessante med kast som øvelse er at det går an å gjøre spesifikke kraft-hastighets-profiler i øvelsen, ved at utøverne kaster med redskap med forskjellig tyngde. Generelle kraft-hastighets-profiler baseres på knebøy/hopp med vektbelastning og benkpress. Det vi ønsker å undersøke i denne studien er om det er sammenheng mellom kraft-hastighets-profilene fra generelle og spesifikke tester.

Den andre problemstillingen i denne studien går på spørsmålet om trening, det vil si treningsmetodikk og fokus på kraft eller hastighet i treningen, gjenspeiles i kraft-hastighets-profilene. For å besvare dette ønsker vi tilgang til dine treningsdagbøker og å intervju deg.

INKLUSJONSKRITERIER

For å delta i denne studien må du være kulestøter, diskoskaster eller sleggekaster på høyt nasjonalt eller internasjonalt nivå (mann eller kvinne). Du kan ikke ha sykdom eller skader som forhindrer deg i å gjennomføre de fysiske testene.

HVA INNEBÆRER DELTAKELSE I STUDIEN

Denne studien innebærer at du lar deg teste ved 2-6 anledninger i løpet av det neste året. Testingen vil primært bli gjort i forbindelse med landslagssamlinger. Testene består av kast-tester med kule/diskos/slegge, avhengig av spesialøvelse. Den spesifikke kraft-hastighets-profilen krever kast med både lettere og tyngre redskap en konkurransevekt. Alle vil også teste

i «Liakov». I de generelle testene vil være knebøy/hopp med vektbelastning, beinpress og benkpress. Alle testene kan gjennomføres på 1-2 dager og tar totalt 2-4 timer.

Vi vil også gjøre en måling av kroppssammensetningen din (DXA¹) og måling av høyde, armlengde og beinlengde.

I den andre delen av studien vil vi intervju deg om treningen din. Vi ønsker å få vite hva som har vært målsetningen med måten du har trent på. Dette intervjuet vil ha en varighet på 1-2 timer. Vi ønsker også å få tilgang til dine treningsdagbøker eller skriftlige trenings-planer/-programmer.

FORDELER OG ULEMPER MED DELTAGELSE SOM FORSØKSPERSON

Ved å bli med i denne studien vil du få et innblikk i idrettsforskning, og du får personlige resultater fra vitenskapelige og fysiologiske tester som normalt ikke er tilgjengelig for deg.

Deltakelse som forsøksperson vil kreve tid, og gjennomføringen av testene kan oppleves som både fysisk og mentalt anstrengende. Det vil bli gjennomført en DXA-skanning som estimerer din kroppssammensetning ved bruk av røntgenstråler. Eksponeringen med røntgenstråling er meget lav, det vil si 0,02-1,5 mrem for en total kroppsskanning. Til sammenlikning tilsvarer strålingen fra en transkontinental flytur 4-6 mrem, mens en tradisjonell røntgenundersøkelse gir 25-270 mrem.

Basert på informasjon som kjønn, høyde, vekt og idrettsprestasjoner (all data er avidentifisert, se under) er det en viss risiko for at du kan bli gjenkjent i datamateriale som blir publisert. I publiseringsprosessen av vitenskapelig artikler vil du få mulighet til å lese gjennom manuskriptene før publisering. Du kan da kreve endringer eller trekke ditt samtykke for å hindre publisering av dine resultater.

HVA SKJER MED OPPLYSNINGENE OM DEG?

Opplysningene som registreres om deg skal kun brukes slik som beskrevet i hensikten med prosjektet. Du har rett til innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg og rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene som er registrert. Du har også rett til å få innsyn i sikkerhetstiltakene ved behandling av opplysningene.

Alle opplysningene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjenner opplysninger (avidentifisert). En tallkode knytter deg til dine opplysninger gjennom en navneliste. Det er kun forskerne i prosjektet som har tilgang til denne listen. Prosjektet vil avsluttes 31.12.2021, men av dokumentasjonshensyn oppbevarer vi opplysningene dine til 31.12.2026. Opplysningene dine lagres elektronisk hos Norges idrettshøgskole, og bare forskerne i prosjektet har tilgang. Den 31.12.2026 anonymiseres opplysningene ved at navnelisten destrueres.

¹ DXA: dual-energy x-ray absorptiometry

FRIVILLIG DELTAKELSE

Det er frivillig å delta i studien og du kan når som helst trekke deg fra studien uten å oppgi noen grunn. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

GODKJENNINGER

Prosjektet gjennomføres etter vurdering og godkjenning fra lokal-etisk komité ved Norges idrettshøgskole. På oppdrag fra Norges idrettshøgskole har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket. Norges idrettshøgskole er ansvarlig forskningsinstitusjon og prosjektleder er Gøran Paulsen (se under). Vi behandler opplysningene basert på ditt samtykke. Du har rett til å klage på behandlingen av dine personopplysninger til Datatilsynet og personvernombudet (se under).

KONTAKTINFORMASJON

Dersom du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med prosjektansvarlig Gøran Paulsen (93429420; goran.paulsen@nih.no) eller masterstudentene som skal gjennomføre prosjektet Eirik Hole (47020271; eirik.hole@olympiatorppen.no) og Tor Ivar Landsverk (torl@student.nih.no)

Dersom du har spørsmål om personvernet i prosjektet, kan du kontakte personvernombudet ved Norges idrettshøgskole, Rolf Haavik (90733760; rolf.haavik@habberstad.no).

SAMTYKKEERKLÆRING

Jeg har mottatt og forstått informasjonen om prosjektet «*Kraft-hastighets-profiler hos kastere på nasjonalt og internasjonalt nivå*», og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i studien
- at mine opplysninger behandles og oppbevares frem til prosjektet er avsluttet (31.12.2026)

(Dato)

(Signatur deltaker)

(Dato)

(Signatur prosjektmedarbeider)