

KJERNESTABILITETSTRENING OG GOLFSPILLERES PRESTASJON

Effekten av 9 uker med kjernestabilitetstrening på mannlige junior
golfspilleres balanse og svinghastighet

Per Thomas Skaanes

Veileder
Stephen Seiler

*Masteroppgaven er gjennomført som ledd i utdanningen ved
Universitetet i Agder og er godkjent som del av denne utdanningen.
Denne godkjenningen innebærer ikke at universitetet innestår for de
metoder som er anvendt og de konklusjoner som er trukket.*

Sammendrag

Hensikten med denne studien var å fastslå effekten av stabilitetstrening på godt presterende mannlige junior golfspilleres svinghastighet og balanse.

Utvalget bestod av to grupper med mannlige junior golfspillere. Treningsgruppen (SET, n = 10) skulle da trene et spesielt komponert stabilitetstreningssprogram i 9 uker mens kontrollgruppen (CON, n = 10) skulle fortsette sin normale trening. Intervensjonsperioden ble lagt til golfspillernes «off-season». Treningsgruppen (SET) skulle gjennomføre 9 uker med stabilitetstrening 2 ganger i uka bestående av xx antall øvelser. Treningen ble lagt opp slik at øvelsene ble progressivt vanskeligere utover i intervensjonen. Øvelsene ble utført i slynger (Terapimaster/Red Cord) eller med en ustabil understøttelsesflate. De fleste øvelsene ble da utført i en lukket kinetisk kjede. Kontrollgruppen (CON) fortsatte sin vanlige vintertrening som bestod i generell styrketrening 1-2 ganger i uken. Maksimalt oppnådd køllehodehastighet (svinghastighet) og statisk balanse ble målt før og etter intervensjonen i begge grupper. Svinghastigheten ble målt ved hjelp av et dedikert hastighetsmåleapparat (Miya Speed Meter, model M88-308). Den statiske balansen ble målt ved hjelp av en balanseplattform (Good Balance, Metitur Oy, Jyvaskyla, Finland).

Svinghastigheten økte signifikant i treningsgruppen med hele 4% som utgjør en markant prestasjonsforbedring som vil kunne gi mer enn 10 meter lengre golfslag. Den statiske balansen i treningsgruppen forbedret seg noe, men var ikke signifikant mye pga et stort standardavvik. Kontrollgruppen hadde også en signifikant forbedring av sin svinghastighet, men med bare 1%. Kontrollgruppen hadde også en liten forbedring på statisk balanse, men heller ikke i denne gruppen var forbedringen signifikant.

Et spesielt komponert funksjonelt treningsprogram med progressivt ustabile øvelser i lukket kinetisk kjede ser ut til å kunne gi en betydningsfull forbedring på golfspilleres svinghastighet. Årsaken ser ut til å være at utøverne oppnådde en forbedret styrke og stabilitet i muskulatur som er involvert i rotasjonsbevegelsen i en golfsving. Treningsøvelsene seg også ut til å kunne gi en forbedring i statisk balanse, men her må det flere studier til for å kunne utbedre blant annet testmetodene for å kunne underbygge denne påstanden.

Innholdsfortegnelse

| | |
|---|----|
| 1.0 Innledning | 5 |
| 2.0 Teori | 6 |
| 2.1 Propriosepsjon, og betydning for leddstabilisering | 6 |
| 2.2 Musklenes rolle som leddstabilisatorer | 7 |
| 2.3 Trening av lokal muskulatur, respons og overførbarhet til idrett..... | 9 |
| 2.4 Sammenheng mellom biomekanikk og stabilitetstrening | 10 |
| 2.5 Sammenheng mellom køllehodehastighet og slaglengde..... | 11 |
| 2.6 Bakgrunn for valg av problemstilling | 12 |
| 3.0 Metode..... | 13 |
| 3.1.1 Eksperiment design | 13 |
| 3.1.2 Utvalg | 13 |
| 3.2 Balansetester..... | 14 |
| 3.2.1 Måleutstyr..... | 14 |
| 3.2.2 Begrunnelse for valg av testprosedyre..... | 16 |
| 3.2.3 Testprosedyre for balansetestene..... | 17 |
| 3.3 Testprosedyre for stabilitetstrening | 18 |
| 3.4 Svinghastighet tester | 18 |
| 3.4.1 Måleapparat for svinghastighet | 18 |
| 3.4.2 Testprosedyre for måling av svinghastighet..... | 20 |
| 3.4.3 Kalibrering av måleutstyr | 20 |
| 3.5 Treningsmetodene | 22 |
| 3.5.1 Utstyr til treningsøvelsene | 23 |
| 3.5.2 Treningsøvelsene | 23 |
| 3.6 Kontrollgruppens treningsprogram | 33 |
| 3.7 Data analyser | 34 |
| 4.0 Resultater..... | 35 |
| 4.1 Køllehodehastighet, test-retest reliabilitet..... | 35 |

| | |
|---|----|
| 4.2 Pre- og posttesting av køllehodehastighet | 37 |
| 4.3 Balansetester..... | 39 |
| 4.4 Treningsøvelser | 41 |
| 5.0 Diskusjon..... | 44 |
| 5.1 Bakgrunn for valg av treningsøvelser | 44 |
| 5.2 Valg av trenings- og kontrollgruppe | 46 |
| 5.3 Svinghastighet | 47 |
| 5.4 Kjernestabilitetstreningen..... | 48 |
| 5.5 Balanse | 49 |
| 6.0 Konklusjon..... | 51 |
| 7.0 Litteraturreferanser | 53 |

1.0 Innledning

Dagens toppidrett blir i stadig større grad profesjonalisert. Dette gir seg utslag i vitenskaplig fokus på utstyr, fysisk- og mental trening for å få et lite overtak på konkurrentene. Det gjelder for utøvere og trenere å gi full oppmerksomhet mot alle aspekter som kan/vil føre til økt prestasjon. Penger og da også publikumsinteresse styrer mye av utviklingen av idretten. Her er golf ikke noe unntak. Publikum forventer lengre og mer spektakulære slag og dette stiller igjen krav til banedesign og utstyrsutvikling. I tillegg må utøverne selv trene enda mer både når det gjelder teknikk og kroppslig fysikk. Fysisk trening har blitt sett på som en nøkkelkomponent for å oppnå maksimal prestasjon i omtrent alle idretter. Golf, til sammenligning, har tradisjonelt fokusert mer på tekniske, taktiske og mentale moment, (16). I senere tid har dette mønsteret endret seg mye og trenere og ledere innen golfsporten har begynt å fokusere mer på fysisk trening. Måltrettet og tilrettelagt fysisk trening gir økt muskel styrke og forbedret leddfleksibilitet (15). En annen viktig effekt på golfspesifikk prestasjon er at fysisk trening vil kunne lede til økt slagmessig prestasjon i form av økt svinghastighet (31).

Det er tre hovedfaktorer som påvirker køllehodehastighet: muskulær kraft som produseres i de involverte kroppssegmentene, arbeidsveien kraften virker over og hvor effektivt spilleren utnytter kraftoverføringen fra segment til segment (Kinetic Link Principle), (16). Årsaken til at jeg ønsker å rette fokus på denne isolerte prestasjonsvariabelen er at en ser at profesjonelle spillere har en økt evne til å skape stor køllehodehastighet i sammenligning med amatører, (50). Hva dette skyldes har en ikke lyktes med å forklare vitenskapelig, men det er mye som tyder på at profesjonelle spillere har en mer finslepen og effektiv teknikk samtidig som de har bedre generell fysikk, (43). Et interessant spørsmål i denne sammenheng er om en ved riktig fysisk trening kan oppnå forbedret svinghastighet uavhengig av teknikktrening? Videre i denne studien ønsker jeg å rette fokus på hvordan funksjonell styrke- og balansetrening (stabilitetstrening) kan bidra til at golfspillere forbedrer sin svinghastighet. Med dette som bakgrunn har jeg formulert følgende problemstilling; hvordan vil et kjernestabilitetstreningprogram påvirke golfspilleres prestasjon? Jeg vil forsøke å kvantifisere i hvilken grad svinghastighet og statisk balanse påvirkes av 9 uker med kjernestabilitetstrening.

2.0 Teori

I det følgende er tanken å belyse relevant litteratur og studier som omhandler oppgavens hovedtema, kjernestabilitetstrening (KST). Ettersom det meste av forskning innenfor KST har bakgrunn i rehabilitering vil teorien som diskuteres her ha referanser fra dette forskningsfeltet. Mitt fokus er likevel hvordan KST påvirker prestasjon. Utfordringen her blir derfor å finne grad av overføringsverdi fra rehabiliteringsforskning mot idrettsspesifikk prestasjon. For å oppklare begrepet stabilitet vil proprioepsjon, og ulike biomekaniske prinsipp bli gjennomgått. Trening og trenbarhet av lokal muskulatur vil også bli diskutert. Det vil videre være hovedfokus mot stabilitet og stabiliserende muskulatur i overkroppen.

2.1 Proprioepsjon, og betydning for leddstabilisering

Begrepene balanse, stabilitet og proprioepsjon henger sammen og vil i stor grad være avhengige av hverandre. Forskning viser også at en godt utviklet proprioceptive sans er essensielt for opprettholding av balanse (4). Det proprioceptive systemet består av både sensoriske (afferente) og motoriske (efferente) nerver som sender og mottar impulser fra og til sentral-nervesystemet. Impulsene oppstår ved stimuli fra reseptorer i hud, muskler, ledd og sener (65). Videre overfører disse impulsene vital informasjon som grad av spenning i gitte muskler og informasjon om den relative posisjonen til de ulike kroppssegmentene. Innenfor enkelte forskningskretser blir det hevdet at ren proprioceptiv trening bør ligge til grunn før utøvere eksponeres for avansert stabilitetstrening (65). Det hevdes at økt proprioepsjon kan gi følgende forbedringer (65):

- en oppnår tilstrekkelig balanse ferdigheter slik at en kan opprettholde god stabilitet
- en får en forbedret reaksjonsevne, dette gjør at en blir i stand til å foreta hurtige retningsforandringer
- treningen gir en finjustering av koordinasjon, som igjen gir bedre forutsetninger for å utføre fysisk aktivitet med stor nøyaktighet og konsistenthet
- reduserer faren for skader ved at kroppen blir i stand til å reagere riktig i forhold til plutselige forandringer av miljøet

Proprioepsjon spiller altså en viktig rolle også når kroppen må tilpasse/korrigere seg etter det ytre miljøet. Selv om synet også er en viktig bidragsyter her, vil ofte proprioceptiv input gi den raskeste og mest nøyaktige informasjonen (20). For å sette denne teorien inn i en

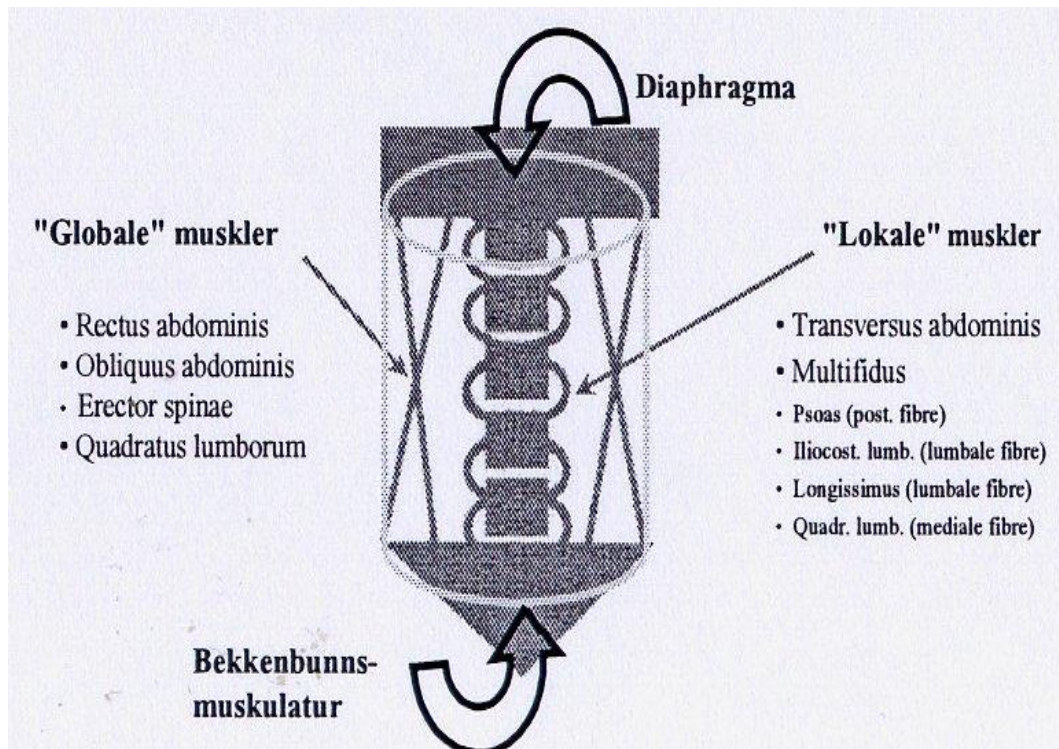
idrettsesifikk sammenheng kan man se på et golfslag som eksempel. Noe av det første man lærer av golfteknikk er at man skal holde øye på ballen gjennom hele golfslaget. Synssansen benyttes riktignok til å korrigere og innrette de ulike kroppssegmentene til en korrekt og hensiktsmessig oppstilling (statisk). I den dynamiske delen av et golfslag skal øynene som nevnt være fiksert på ballen gjennom hele bevegelsen. Da kan en i så måte ikke benytte seg av synet for å gi informasjon om andre ytre forhold som bl.a. påvirkning fra vind og ujevnt underlag og kontroll av leddenes stilling. Her vil altså muskel- og leddmekanoreseptorer gi informasjon om posisjonsendring av vinkler i ledd. Det motoriske system vil behandle denne informasjonen og korrigere/regulere. Samtidig vil også mekanoreseptorer i huden (under føttene) gi informasjon om underlagets karakter og trykkendringen mot underlaget gjennom golfsvingen.

I en hver motorisk bevegelse blir det essensielt å registrere forandring av posisjon til de leddene som er involvert. Det er på denne måten det blir mulig å koordinere det komplekse muskelskjellet systemet. Her vil proprioepsjon være den viktigste bidragsyteren til bevegelses- og posisjonsinformasjon som igjen behandles av det motoriske system (26).

2.2 Musklenes rolle som leddstabilisatorer

I et golfslag vil den viktigste muskelaktivering skje i overkroppen, slik at det er også disse musklene det skal fokuseres på her. Da en golfsving forutsetter god rotasjon av ryggsøylen vil det være spesiell fokus på muskler som stabiliserer ryggsøylen.

Ryggsøylen stabiliseres av både muskler og ligamenter, men selv om ligamentene har en sentral rolle er det ikke tilstrekkelig at det kun er de statiske komponentene (ligamentene) som stabiliserer. De aktive komponentene (muskulene) består av et utall ulike muskler som igjen deles inn i et globalt og et lokalt system (3).



Figur 1: Stabiliserende muskulatur i ryggen. Illustrasjon laget av fysioterapeut Gitle Kirkesola.

Det finnes forskning som indikerer at noen muskler har som oppgave å stabilisere ledd fremfor å skape bevegelse. Disse musklene blir beskrevet av Bergmark som "lokale" muskler og de er lokalisert leddnært og består i størst grad av toniske muskelfibre. Ettersom de lokale musklene skal fungere som leddstabilisatorer har de da også en spesielt tilpasset oppbygning akkurat til dette formålet. De er av kort lengde og vil på den måten kunne oppnå stor muskelstivhet. Evnen til å oppnå muskelstivhet gjør disse musklene godt egnet til å bidra til økt leddstabilitet til det leddet musklene strekker seg over (56). Forskning viser at de mest sentrale musklene som står for stabilisering av ryggstøtten er transversus abdominis og multifidus (3, 9, 33, 34, 35, 36, 38, 56, 68). Det er likevel viktig å presisere at det vil alltid være et samspill mellom det globale og det lokale muskelsystemet, slik at mye av stabiliseringen av ledd skjer også ved hjelp av ytre muskulatur. En økt mekanisk støtte av ryggstøtten får en ved at den globale muskulaturen øker buktrykket. Her er det bl.a. rectus abdominis, obliquus abdominis, erector spinae og quadratus lumborum som står for den økte mekaniske støtten. Samtidig vil også diafragma og bekkenbunns muskulatur bidra til å øke buktrykket som da igjen gir en forbedret stabilisering av ryggstøtten (61). Her er det også interessant å merke seg at ved tradisjonelle styrketreningsøvelser vil transversus abdominis og multifidus i liten grad aktiveres (12).

Rent forskningsmessig finnes det mye litteratur og kunnskap om hvordan man skal styrke den globale muskulaturen, slik at her kan en si at trygge og reliable metoder for trening av disse musklene er etablert. Det er først i de senere årene at det har blitt rettet mye fokus mot viktigheten med å trene indre muskulatur. Det som finnes i dag på dette feltet kommer hovedsakelig fra forskning som omhandler skadeforebygging og rehabilitering. Lite fokus har foreløpig blitt rettet mot stabilitetstrening og hvordan dette kan påvirke idrettsutøveres prestasjon. Her er det behov for videre forskning for å kunne si noe mer om effekten av trening som fokuserer på å styrke hovedsakelig indre leddnær muskulatur.

2.3 Trening av lokal muskulatur, respons og overførbarhet til idrett

Ettersom mesteparten av forskningen innenfor KST har bakgrunn i undersøkelser fra rehabilitering, blir utfordringen her å se på overføringsverdien til idrett og idrettsspesifikk prestasjon. Kunnskap innenfor treningsvitenskap utnyttes maksimalt av trenere og utøver til å kunne prestere optimalt, slik at marginene som skiller utøverne er kanskje mindre enn noen gang. En effekt av denne situasjonen er at idrettsutøvere trener enda mer enn tidligere. For å kunne tåle store treningsmengder er det først og fremst viktig å trene riktig slik at en unngår belastningsskader. Det hjelper derimot ikke bare å trene riktig dersom kroppen ikke er tilstrekkelig rustet mot all denne treningen. I denne sammenheng er det å ha en sunn kropp som tåler store treningsmengder en forutsetning for å kunne prestere optimalt. Kan i så måte et godt trent lokalt muskelsystem hjelpe kroppen til å bli mer resistent mot belastningsskader? Og vil allerede oppståtte skader repareres ved hjelp av stabilitetstrening?

Cosio-Lima (8) så på stabilitetstrening som treningsmetode i et fem ukers program. 15 personer ble eksponert for trening i 5 uker hvor en fysio-ball ble benyttet for å sørge for en ujevn understøttelsesflate. Kontrollgruppen bestod også av 15 personer som da utførte de samme øvelsene, men da på et stabilt underlag (gulv). Eksperiment gruppen fikk en signifikant forbedring av statisk balanse og en økt muskel EMG aktivitet i bl.a. transversus abdominis. Kontrollgruppen fikk derimot ikke den samme utviklingen (8). Det konkluderes med at dette treningskonseptet kan være en viktig del i en idrettsutøvers sesongoppkjøring. Denne stabilitetstreningen gir en økt stabilitet i truncus og kan hjelpe utøveren til å gå videre til neste fase i det tradisjonelle treningsprogrammet med en redusert fare for belastningsskader (8). Den mest vanlige styrketreningen fokuserer gjerne kun på trening av den globale

muskelsystem og tar i så måte lite hensyn til en styrking av det lokale system (12). Flere øvelser innen tradisjonell styrketrening utsetter ryggraden for en del brå bevegelser og dermed stor belastning. Denne treningsformen kan derfor sette idrettsutøveren i fare for belastningsskader (52). Spesielt ved opptrening av idrettsutøvere med ryggskader fokuseres det på at man starter med trening av lokal og stabiliserende muskulatur og etter hvert går over til å inkludere trening av det globale muskelsystem (53).

2.4 Sammenheng mellom biomekanikk og stabilitetstrening

De fleste idretter baserer seg på et svært komplekst bevegelsesmønster som involverer flere kroppssegment. I så måte er ikke en golfsving noe unntak og akkurat denne idretten benyttes ofte til å forklare begrepet ”sentralbevegelse”. En videreføring av sentralbevegelse-uttrykket er the Kinetic Link Principle (KLP). Hvilke forutsetninger må da være på plass for å få til en best mulig sentralbevegelse?

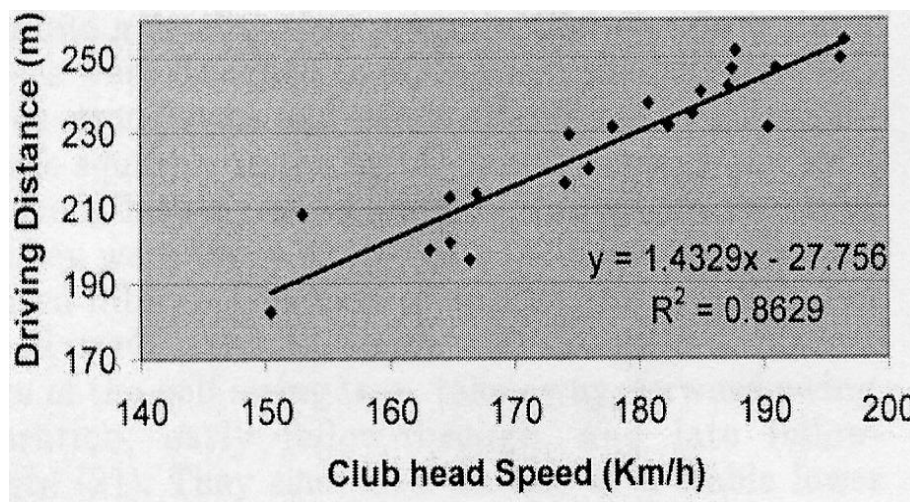
KLP tar først og fremst utgangspunkt i Newtons kraft-motkraft prinsipp. I et golfslag vil kraftutviklingen starte ved den kraften spilleren utsetter underlaget overfor. Kraften vil være lik, men motsatt rettet og denne ytre kraften vil danne grunnlaget for videre kraftoverføring til de ulike kroppssegmentene. Mer presist vil altså kraften starte fra underlaget og overføres videre til beina, hoftene, truncus og rygg, skuldrene, albue og helt ut til håndleddene. Fra håndleddene overføres den ”oppsamlede” kraften ut til skaftet på golfkøllen og kreftene får sitt utløp i skaftes siste pisk-bevegelse i det køllehodet treffer ballen. For at et golfslag skal gå lengst mulig blir det viktig å få størst mulig køllehodehastighet. Dette oppnår en da ved en godt utviklet sentralbevegelse som gir grunnlag for størst mulig kraftutvikling. Dersom en utøver ikke aktiverer alle segmentene som sentralbevegelsen består av på en optimal måte vil dette få negative følger for prestasjonen og øke risikoen for skader (23, 40 og 41). I denne sammenheng vil det også være tenkelig at en godt utviklet proprioseptiv sans vil være viktig for det å kunne repetere den riktige biomekaniske bevegelsen (golfslaget) med en høy grad av presisjon og reproducerbarhet. En ikke optimal sentralbevegelse kan for eksempel være mangel på rotasjon i truncus. En feil ”timing” ved den sekvensielle aktiveringen av de ulike kroppssegmentene vil også virke negativt inn på prestasjonen (46). Vi vet altså at en dårlig utnytting av KLP er negativt for optimal prestasjon. Videre kan vi også analysere oss frem til hvilke kroppssegment som er utsatt for dårlig timing eller svak kraftoverføring. Her er det likevel behov for å forske mer på hva som er årsaken til svak kraftoverføring og dårlig timing.

Det finnes også lite dokumentasjon på hvilke treningsmetoder som er godt egnet for å danne grunnlag for en best mulig utnyttning av KLP.

Kan i så måte et kjernestabilitetstreningsprogram føre til en bedret sentralbevegelse? Tidligere forskning har vist at stabilitetstrening gir en forbedret proprioseptiv sans. Er det da mulig at dette har en positiv effekt som gir utslag i en mer optimal timing av de ulike kroppssegmentene? Det kan kanskje også tenkes at økt stabilitet ved bedre trent lokal muskulatur gir gunstige forhold for maksimal aktivering av hvert enkelt kroppssegment? Her er det altså rom for videre forskning for å se nærmere på stabilitetstrening og dens effekt på the Kinetic Link Principle.

2.5 Sammenheng mellom køllehodehastighet og slaglengde

Det er en klar sammenheng mellom oppnådd køllehodehastighet og slaglengde. Desto større svinghastighet en spiller er i stand til å generere jo lengre vil spilleren også teoretisk kunne slå. Figur 2 viser i så måte sammenhengen mellom køllehodehastighet og slaglengde.



Figur 2 Korrelasjon mellom oppnådd køllehodehastighet (km/t) og slaglengde (m). Antall forsøkspersoner var 22 og de utførte testen med en driver. Hvor samme kølle og ball ble benyttet i hvert nye forsøk. Hver forsøksperson slo 10 slag og det er da snittlengden som er plottet inn i denne korrelasjonsanalysen (16).

Den registrerte køllehodehastigheten er her den hastigheten en golfspiller oppnår like før balltreffet. Det er også i denne delen av golfsvingen hvor spilleren gir maksimal akselerasjon og målingen man får er derfor representativ for den maksimalt genererte køllehodehastigheten. Dette forutsetter at spilleren treffer ballen i køllehodets sweetspot⁶. Det er god dokumentasjon på bruk av køllehodehastighet som et mål på prestasjon i golf. (18) gjennomførte blant annet et studie med 45 forsøkspersoner i alderen 18 – 80 år hvor resultatene ga seg utslag i meget god korrelasjon ($r=0,950$) mellom maksimal køllehodehastighet og golfspillerens handicap (mest vanlige prestasjonsmål).

2.6 Bakgrunn for valg av problemstilling

Det er et utall studier som bekrefter at funksjonell fysisk trening gir seg utslag i økt svinghastighet hos golfspillere (1, 16, 22, 30, 39, 44, 63 og 66). Det er også en klar sammenheng mellom høy svinghastighet og prestasjon i golf (18). Det interessante med denne studien er da å se om stabilitetstrening som funksjonell treningsmetode har positiv effekt i form av forbedret balanse og økt svinghastighet. Hensikten er da å eksponere en gruppe mannlige junior golfspillere for en 9 ukers intervensjon hvor de skal trene stabilitet. Eksperimentgruppen skal testes for balanse og svinghastighet før intervensjonen og igjen etter intervensjonen. En klar antagelse vil da være at denne treningsmetoden vil kunne føre til forbedret prestasjon for godt presterende golfspillere.

⁶ Sweetspot, optimalt treffpunkt på en golfkølles køllehode, kontakt mellom kølle og ball i dette punktet gir mest kontroll og størst slaglengde. Sweetspot er sentrert midt på fremsiden av golfkøllens køllehode.

3.0 Metode

3.1.1 Eksperiment design

Dette var en to-gruppe eksperimentelt design. Praktiske årsaker hindret en ren randomisering. To grupper bestående av utøvere fra to forskjellige golfklubber i Stavanger og Kristiansand ble plukket ut hvor vi ønsket å matche gruppene best mulig slik at både testgruppen og kontrollgruppen holdt noenlunde samme prestasjonsnivå. Treningsgruppen gjennomførte 9 uker med trening for så å analysere hvordan denne manipulasjonen påvirket treningsgruppens prestasjon. Kontrollgruppen ble rekruttert fra en golfklubb i en annen region og ble testet før og etter en periode hvor de trente vanlig styrketrening. Kriteriene for å bli plukket ut i testgruppen/kontrollgruppen var at spillerne skulle tilhøre samme klubb, alle være juniorspillere (13 – 19 år), holde et høyt prestasjonsnivå (handicap fra 0 – 20) og alle skulle være gutter.

3.1.2 Utvalg

20 personer var inkludert i studien, hvorav det var 10 personer i en treningsgruppe og 10 personer i en kontrollgruppe. Treningsgruppen bestod av junior elite golfspillere. Elite juniorspillere i denne sammenheng er unge spillere som presterer på et høyt nivå lokalt, men også nasjonalt. Hvilket handicap spillerne har forteller noe om nivået. En gjennomsnittlig voksen klubbsspiller har gjerne et sted mellom 18 – 25 i handicap. I denne gruppen var gjennomsnittet og standardavviket for alder, høyde, vekt og handicap følgende; 15 ± 2 år, 170 ± 10 cm, 61 ± 15 kg og $13,6 \pm 7,5$ hcp. Denne gruppen skulle delta to ganger i uken på et stabilitetstreningsprogram. Samtlige forsøkspersoner ble grundig informert om prosjektet på et felles møte før testing og trening startet opp og utøverne ga sitt samtykke for deltagelse. Det var en person som ble nødt til å trekke seg etter posttestene pga konfirmasjonsundervisning som gjorde det vanskelig å møte opp på tilstrekkelig antall treningsøkter.

Kontrollgruppen bestod også av junior elite spillere og de var 10 personer totalt. For disse golfspillerne var gjennomsnittet og standardavviket for alder, høyde, vek og handicap henholdsvis; 16 ± 2 år, 174 ± 13 cm, 64 ± 13 kg og $5,3 \pm 3,4$ hcp. Det ble forsøkt å lage så god matching som mulig med treningsgruppen med tanke på alder og golfferdighet. Denne

gruppen var fra en annen del av landet enn treningsgruppen og ble i så måte ikke informert om hva slags type trening treningsgruppen skulle gjennomføre. De ble informert om de ulike testene, både i forhold til antall tester og varighet på hver test. Samtidig ble det presisert viktigheten av å forholde seg til sitt vanlige treningsprogram og ikke gjøre noen radikale endringer. Kontrollgruppen ble testet med samme tidsintervall som treningsgruppen, det vil si ca 10 uker mellom pre- og posttest. Det ble et frafall også i kontrollgruppen pga sykdom ved posttestingen.

3.2 Balansetester

Utstyr som benyttes og testprosedyrene baserer seg på metoder og kunnskap etablert ved tidligere forskning som har tatt for seg måling av balanse ved Høgskolen i Agder/Universitetet i Agder.

3.2.1 Måleutstyr

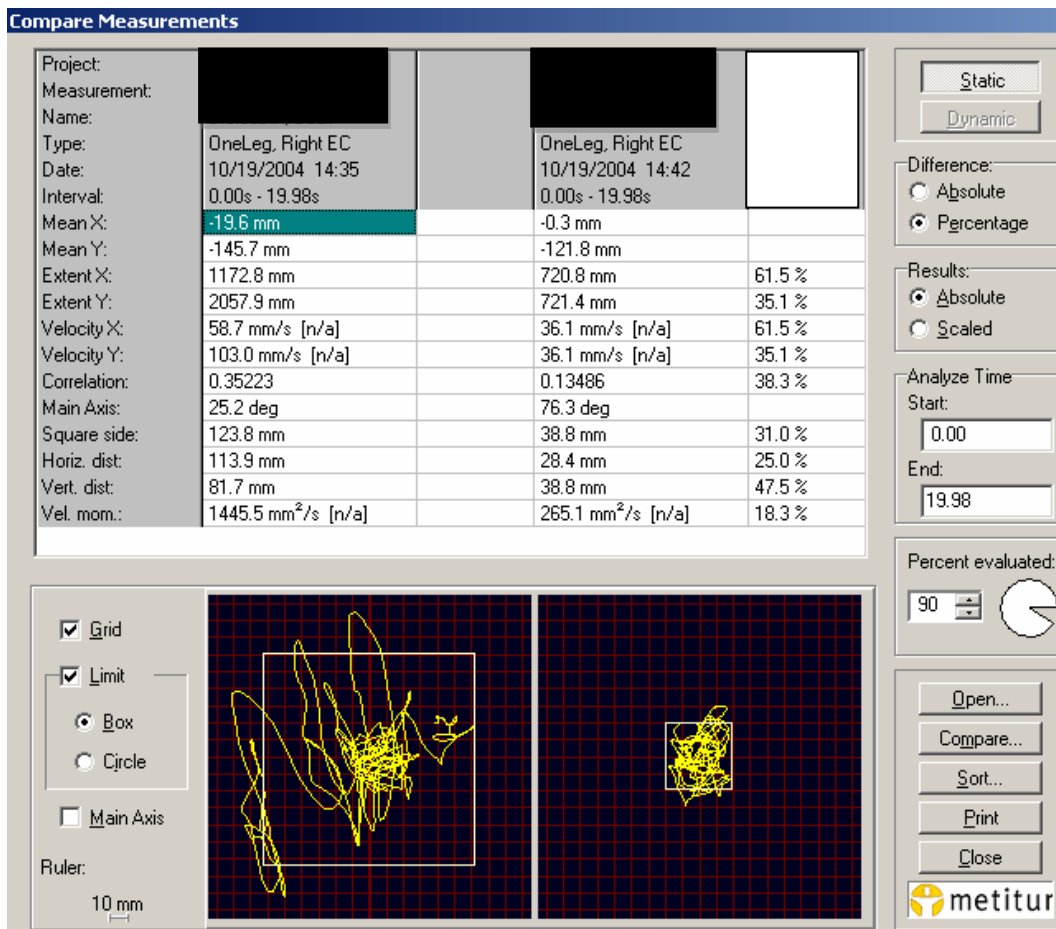
Balanseplattformen som benyttes her er; Good Balance (Metitur Oy, Jyvaskyla, Finland). Måleapparatet har form som en likesidet trekant, hvor hver side er 83 cm lang. Dette gir en flate på 2983 cm² hvor balanse kan registreres.



Figur 3, bilde av balanseplattform som benyttes til å kvantifisere testpersonenes balanseevne.

Når en forsøksperson står på plattformen vil vertikale krefter virke på underlaget/plattformoverflaten. I hvert hjørne av plattformen er det montert transdusere, videre er det festet deformasjonsmålere til stålhylsene rundt hver transduser. Deformasjonsmålerne er i stand til å registrere hver minste bøyning og retting som oppstår i stålhylsene ved påvirkning fra eksterne krefter(her; en forsøksperson som forsøker å holde balansen). På den måten blir en i stand til å registrere tyngdepunktets forflytning i x og y retning til en person som står på plattformen. Plattformen som da representerer

registreringsenheten for balanse er koblet til en analog/digital omformer som igjen er koblet til en PC. Rådata kan da behandles og analyseres ved hjelp av dedikert programvare.



Figur 4: Utskrift av to balansetester hvor forsøkspersonen står på høyre ben med lukkede øyne. I testen til venstre mister forsøkspersonen balansen.

I figur 4 kan en lese av en rekke målingsvariabler som alle gir informasjon om hvordan tyngdepunktet til forsøkspersonen forflytter seg ved en utført balansetest. Viktig å presisere at denne utskriften er tatt fra en test med lukkede øyne. I min oppgave ble det kun fokusert på testing med åpne øyne. Alle disse variablene tar utgangspunkt i bevegelsen fra et såkalt "center of pressure" (COP) i plattformen. Dette punktet beveger seg ettersom personenes tyngdepunkt eller da center of gravity (COG) beveger seg i x (horisontal) og y (vertikal) retning. Nederst i figur x er bevegelsesbanen til COP illustrert ved en digital plot. Den stiplede firkanten representerer 90 % av området til bevegelsesbanen. Variablen som skal analyseres videre her er hastighetsmomentet (mm²/s) til COP innenfor den stiplede firkanten. Denne testvariablen er basert på to faktorer; hastigheten til COP forflytningen og distansen fra det gjennomsnittlige COP for hele testen. Det vil si at balanseplattformen registrerer raske/små korrigeringer og store ubalanser i horisontal og vertikal retning i en balanseøvelse.

Dersom begge disse faktorene er høye så vil dette gi seg utslag i en høy hastighetsmoment verdi. På den måten uttrykkes dårlige prestasjoner ved en balansetest tydeligere enn ved bruk av endimensjonale variabler, som for eksempel hastighetsforandring alene.

Hastighetsmomentet regnes ut på følgende måte; lengden på bevegelsesbanen kalkuleres, deretter trekkes det linjer fra begge ender av denne kurven til det gjennomsnittlige COP for hele testen. Til slutt kalkuleres dette området i kvadratmillimeter. Et liknende område kalkuleres for hvert sekund av testen. Gjennomsnittet per sekund blir det endelige resultatet uttrykt i mm²/s. Tabell 1 viser resultatet fra fem testforsøk for samme testperson. Testen var en stående test på et ben med øynene åpne.

Tabell 1: En persons fem balanserresultater på det ikke-dominante benet med **lukkede** øyne.

| Forsøk 1 | Forsøk 2 | Forsøk 3 | Forsøk 4 | Forsøk 5 |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 2113,7 mm ² /s | 1445,5 mm ² /s | 688,8 mm ² /s | 171,3 mm ² /s | 265,1 mm ² /s |

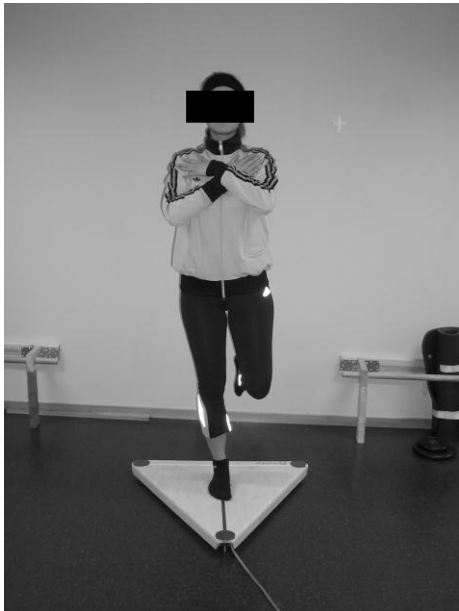
Forklaringen på de høye verdiene i forsøk 1 og 2 er at forsøkspersonen mistet balansen og måtte nedi med det frie benet. I de tre siste forsøkene holdt forsøkspersonen balansen uten å være nedi med det frie benet.

3.2.2 Begrunnelse for valg av testprosedyre

Mål av hastighetsmomentet er tidligere blitt brukt i en rekke studier som tok for seg testing av balanse hos idrettsutøvere i homogene grupper (2, 6, 13, 19, 48, 51, 57, 58 og 59). Ved gjennomføring av påfølgende like testforsøk på balanseplattformen var det viktig å etablere om det var noen læringseffekt fra forsøk til forsøk og da samtidig etablere hvor mange forsøk som var nødvendig før en oppnådde stabile prestasjoner. Resultatene fra en slik analyse indikerer at det er en viss læringseffekt, men læringseffekten stabiliseres etter to-tre forsøk. På den måten gir de tre siste eller de tre beste av fem testforsøk et godt bilde på balanseprestasjonen. Andre studier har også kommet frem til at fem forsøk er tilstrekkelig (54, 60). Med bakgrunn i denne læringseffekt analysen valgte vi å gi hver testperson fem forsøk på hver av de ulike testene med ett minutt mellomrom mellom hvert nye forsøk. Det var viktig at forsøkspersonene fikk en kort pause for at ikke lokal muskeltrøtthet skulle påvirke resultatene nevneverdig.

3.2.3 Testprosedyre for balansetestene

Målet med balansetestene her var å se hvordan et stabilitetstreningssprogram (treningsspesifisitet) ga seg utslag i testpersonenes balanseprestasjoner før og etter treningsintervensjonen. Testpersonene skulle gjennomføre fem forsøk. Alle testene ble gjennomført med åpne øyne. Bakgrunnen for dette var at alle treningsøvelsene foregikk med åpne øyne. Testene bestod i å balansere på et ben på kraftplattformen, og ”golfstance”¹ med begge ben på kraftplattformen. Bakgrunnen for at flere av testene utføres ved å balansere på ett ben er at det er mer hensiktsmessig enn å teste på to ben fordi de fleste bevegelser i idrett utføres med hovedtyngden på ett ben. Golfstance testen ble gjennomført for å kunne si noe om forsøkspersonenes golfspesifikke kvalitet, her altså hvor god og stabil oppstilling hver testperson har.



Figur 5. Balansetest sett forfra



Figur 6. Testen sett fra siden

Forsøkspersonene ble testet iført valgfritt treningstøy, men det ble sørget for at ikke treningsbuksene var for lange slik at det ble mulig å stå på buksekanten (dette kunne påvirke resultatene). Ellers ble alle testene utført uten sko på beina. Forsøkspersonene ble instruert til å feste blikket på et kryss printet midt på ett A 4 ark som ble hengt opp ca 2 meter rett foran kraftplattformen. Testlokale for alle testene var i et rolig, lukket rom uten ytre forstyrrelser. Hver balanseregistrering varte i 20 sekunder. Utgangsstillingen ved balansetestene på et ben var med armene i kors over brystet og det frie benet skulle holdes i tilnærmet 90 graders vinkel i kneleddet. Hver balansetest bestod i fem forsøk hvor det var ca 1 min pause mellom

¹ Golfstance: Vanlig oppstilling over golfball før slag utføres, her med driver (den lengste golfkøllen)

hvert nye forsøk. Testpersonen ble bedt om å gjøre seg klar 10 sekunder før balanseregistreringen startet og det ble gitt en muntlig nedtelling fra testleder 5 sekunder før start.

Testene ble utført i følgende rekkefølge:

1. Fem forsøk på venstre ben med åpne øyne.
2. Fem forsøk på høyre ben med åpne øyne.
3. Fem forsøk på begge ben (golfstance) med åpne øyne.

3.3 Testprosedyre for stabilitetstrening

Det var et ønske å dokumentere eventuell økning i funksjonell styrke og balanse. For å forsøke å kvantifisere dette utførte utøverne en test hvor enkelte av øvelsene fra treningsprogrammet ble plukket ut. Målet med testen var at utøverne skulle gjennomføre x antall repetisjoner helt til utmattelse. Resultatene før og etter treningsintervensjonen ble så sammenlignet. Øvelsene som ble valgt ut var; øvelse 11, 9, 6, 5 og øvelse 2 (se kapittel 3.5). Det er viktig å presisere at denne testen var ment kun som en indikasjon på fremgang. Resultatene fra denne testen vil derfor ikke bli analysert statistisk, men vil bli illustrert i tabell i resultatkapittelet.

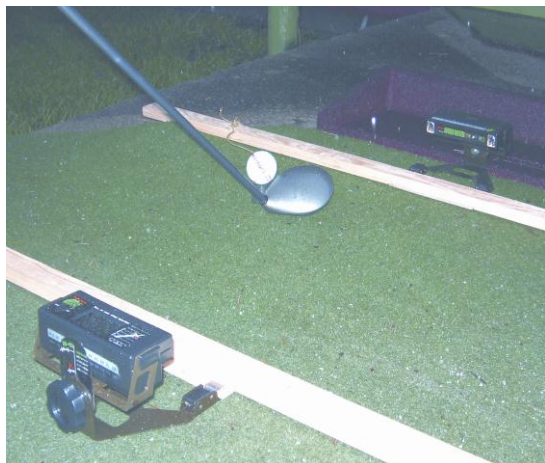
3.4 Svinghastighet tester

For å kunne kvantifisere resultat av målt svinghastighet ble det nødvendig å utvikle en testmetode da det finnes lite litteratur som viser til en anerkjent metode.

3.4.1 Måleapparat for svinghastighet

Måleapparatet som ble brukt til testing av spillernes køllehodehastighet var Miya Speed Meter, modell; M88-308. Apparatet baserer seg på optisk infrarød stråle teknologi. Det er optiske linser som danner to infrarøde stråler som da går på tvers av golfkøllens svingbane. De optiske lysstrålene går fra en senderenhet og til en mottakerenhet gjennom optiske linser. Disse linsene er plassert 10 cm fra hverandre. Når køllehode bryter første og så andre infrarøde stråle tar dette en viss tid som igjen da konverteres til hastighet (her meter i

sekundet). Denne konverteringen gjøres av apparatets klokkefrekvens² som kombinerer de to infrarøde stråle brytningen til å lage gjennomsnittlig tid fra golfkøllen bryter stråle 1 og så stråle 2, (17). Se bilde/figuren under.



Figur 7 Måleapparat sett skrått bakfra.



Figur 8 Sender og mottakerenhet for måling av køllehodehastighet. Gummi-peg med strikk til å sette golfballen på.



Figur 9 Oppsett ved måling av køllehodehastighet. Her er måleutstyret montert på en utendørs utslagsmatte.

² Klokkefrekvens: Intern operasjonshastighet. Brukes til å registrere tiden det tar mellom brudd på første og andre infrarøde stråle på sender/mottaker enhetene (17).

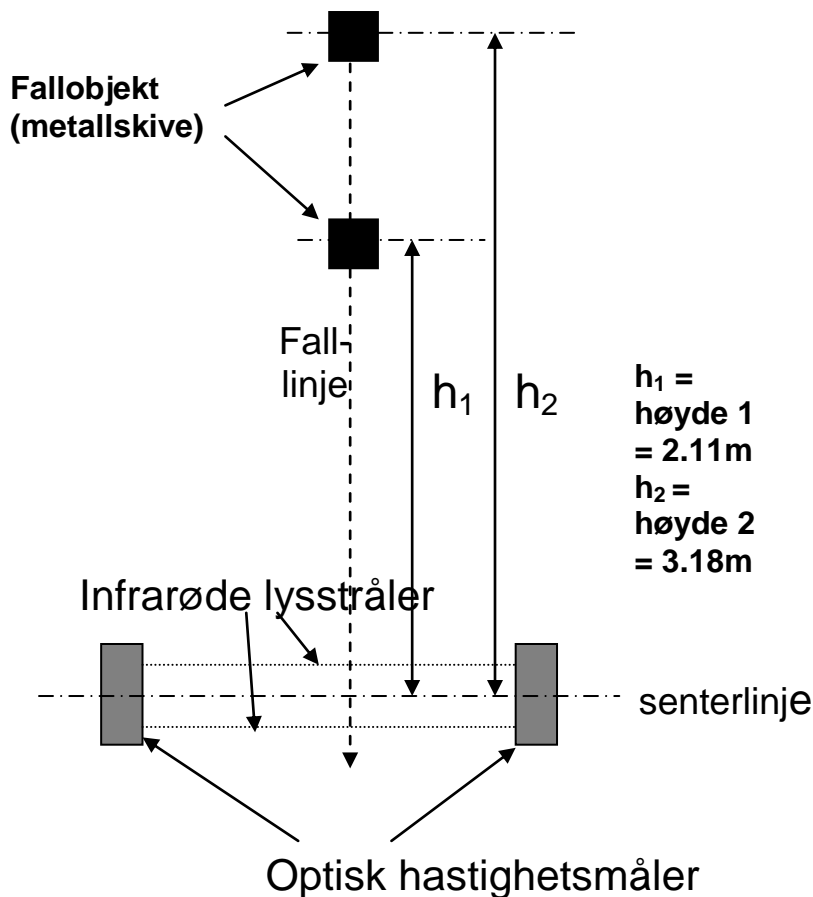
3.4.2 Testprosedyre for måling av svinghastighet

Testpersonene møtte opp 20 min før selve testen skulle utføres, på denne tiden fikk hver person en kort innføring på hvordan testen skulle gjennomføres og det ble brukt ca 15 min til oppvarming. Oppvarming bestod av rolige slag i eget tempo og avslutte med de køllene og type slag som da skulle benyttes i testen. Noen minutter ble brukt til enkle tøyøvelser før testen startet. Spillerne slo 10 oppvarmingsslag med en driver (1 wood). Dette er den lengste golfkøllen hvor køllehode har en klubbform. Denne køllen er den spillere slår lengst med, med en teoretisk mulighet til å slå opp mot 280 meter. Prosedyren ble så gjentatt med 10 nye slag, men nå med maksimal innsats. For å teste for eventuell læringseffekt ble det utført målinger av svinghastighet før selve intervensjonsperioden. Hele denne testen ble gjentatt ved to forskjellige dager. ”Testdag1” og ”testdag2” ble utført med ca 3 uker imellom. Resultatene fra denne fortesten dannet grunnlag for testrutiner ved pre- og posttesting av køllehodehastighet.

Testpersonene brukte eget golfutstyr og utstyret var identisk under pre- og posttest. Testen ble gjennomført utendørs på drivingrangen ved Kristiansand golfklubb. Værforholdene på de ulike testdagene var ganske like; lettskyet pent vær, temperatur fra 5 til 11 grader celsius og rolige vindforhold.

3.4.3 Kalibrering av måleutstyr

Akselerasjonen assosiert med tyngdekraften ble benyttet til å bekrefte kalibreringen på hastighetsmålingsutstyret. Måleutstyret ble montert på monteringskinnene (som forklart tidligere) og i stedet for å skru disse fast i en utslagsmatte ble skinnene satt opp på høykant. På denne måten ble det mulig å sleppe en gjenstand gjennom apparatets infrarøde stråler. Ved at en gjenstand slippes fra en gitt høyde kan en også forutsi gjenstandens teoretiske hastighet (basert på noen enkle fysikk likninger). Gjenstanden som benyttes her er en tung metallskive med en ca vekt på 5 kg. Skiven er ca 20 cm i diameter og er ca 2,5 cm tykk. Gjenstanden som slippes er da av en slik karakter at luftmotstanden settes lik 0. Se figuren under.



Figur 10 Skjematisk tegning av hvordan oppsettet for kalibreringen ble gjort. Tegningen viser måleutstyret og hvordan- og fra hvilken høyde metallskiven slippes fra.

Formler for vertikal hastighet (4):

I $v = g * t$ $v = \text{hastighet}$ $g = \text{tyngdeaksellerasjon (m/s}^2\text{)}$ $t = \text{tid}$
 II $h = \frac{1}{2} (v_0 + v) * t$ $h = \text{fallhøyde}$ $v_0 = \text{utgangshastighet (0 m/s)}$

De to formlene I og II gir igjen formlene:

III $v^2 = 2 * g * h$ og
 IV $v = (\sqrt{2 * g * h})$

Her bruker jeg formel IV som da gir en teoretisk verdi for hastighet. Kalibreringen av apparatet ble gjort ved å slippe metallskiven fra to forskjellige høyder. Det ble brukt noe tid på å finne stabile testmetoder slik at testlederen ikke var utsatt for noen læringseffekt under selve kalibreringen. Metallskiven ble sluppet 10 ganger fra 2,11 meter og 10 ganger fra 3,18 meter. Fra 2,11 meter var gjennomsnittlig målt verdi $6,81 \pm 0,1$ m/s og fra 3,18 meter var gjennomsnittlig verdi $8,20 \pm 0,1$ m/s. Den teoretiske hastighetsverdien er her gitt ved:

$$V = (\sqrt{2 * g * h}) \quad \text{og} \quad V = (\sqrt{2 * 9,81 * 3,18\text{m.}})$$

$$V = (\sqrt{2 * 9,81 * 2,11\text{m.}}) \quad V = 7,90 \text{ m/s}$$

$$V = 6,43 \text{ m/s}$$

Ved å sammenligne teoretisk hastighet og målt hastighet ser en at apparatet gir 0,37 m/s høyere verdi når metallskiven sleppes fra 2,11 meter og 0,30 m/s høyere verdi ved 3,18 meter. Det betyr at ved denne kalibreringen viser måleutstyret gjennomsnittlig 0,35 m/s høyere verdi enn den teoretisk utregnede verdien. Målingene avdekket også minimal variasjon fra måling til måling (ref. det lave standardavviket). Avstanden mellom de infrarøde strålene er konstant og kjent (10 cm). Tiden golfkøllen bruker fra brytning av stråle 1 til stråle 2 måles og hastigheten kan da beregnes ved formelen $v = s/t$ (dette gjøres ved hjelp av apparatets klokkefrekvens). Apparatets teknologi tilsier derfor at målingene følger et lineært forhold og feilmarginen bør være den samme selv ved målte hastigheter tilsvarende verdiene målt ved et golfslag.

3.5 Treningsmetodene

Treningsgruppen gikk gjennom 9 uker med trening hvor det da var testing både før og etter treningsintervensjonen. Treningen var basert på 9 uker med stabilitetstrening i ustabile slynger og på underlag med ustabil understøttelsesflate. Det ble satt opp to treningsøkter i uken hvor hver treningsøkt hadde en varighet på 1 time 30 minutter. Golfspillerne i treningsgruppen og i kontrollgruppen ble testet for balanse (3 tester) og svinghastighet (2 tester). Treningsgruppens gjennomsnittlige oppmøte på trening var 94 %. Kontrollgruppens gjennomsnittlige oppmøte var 83%.

3.5.1 Utstyr til treningsøvelsene

Treningsutstyret bestod i to terapimastere med to slynger, en rekke balanseputer fra nordisk terapi, to medisinballer med en vekt på 3 kg, to egenproduserte ribbevegger, to eryx gymmatter og en vektstang med vektskiver.



Figur 11 Terapimaster/Red Cord



Figur 12 Ribbevegg og medisinball

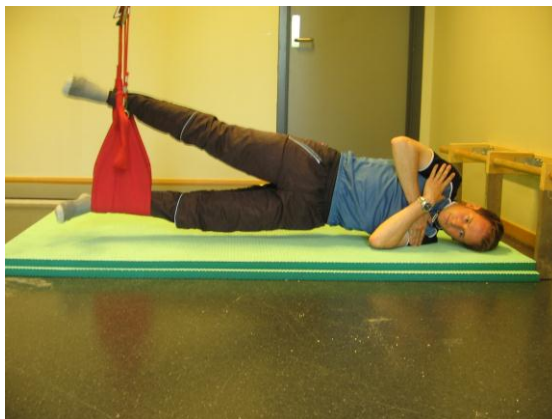
3.5.2 Treningsøvelsene

Flere av øvelsene er basert på ideer fra fysioterapeut Gitle Kirkesola og tidligere forskningsarbeid gjort ved Universitetet i Agder, med innslag av nyutviklede øvelser for å legge til rette for økt stimulering av stabiliserende muskulatur rundt skulderledd. Hovedmålet med disse øvelsene var at treningsprogrammet skulle gi en funksjonell trening hvor hver øvelse kunne tilpasses hver enkelt utøver. Det ble derfor lagt til rette slik at alder, styrke, bevegelse, balanseferdighet og progresjon var med å styre hvordan hver enkelt treningsøvelse ble utført. De fleste øvelsene baserte seg på utførelse i lukket kinetisk kjede hvor da støtteflaten var ustabil. Hver treningsøkt varte i ca 1 time 30 min. Målet var å komme gjennom alle øvelsene, dersom det ble ekstra tid på slutten av økten ble valgfri øvelse repetert. I det videre følger en beskrivelse av samtlige øvelser utøverne var gjennom i løpet av sin 9 uker lange treningsintervensjon.

Øvelse 1 Sideliggende abduksjon



Figur 13. utgangsstilling sett fra siden



Figur 14. utførelse til ytterstilling av øvelse 1.

Fra figur 13 ser en utgangsstillingen på denne øvelsen. Figur 14 illustrerer utførelsen av øvelsen. Her løfter en hofta opp fra matten samtidig som en abdukerer det frie beinet. Denne ytterstillingen holdes i 2-3 sekunder før en senker hofta ned på matten (tilbake til utgangsstilling). Denne bevegelsen ble repetert fra 5 og opp til 10 ganger med to serier på hvert bein.



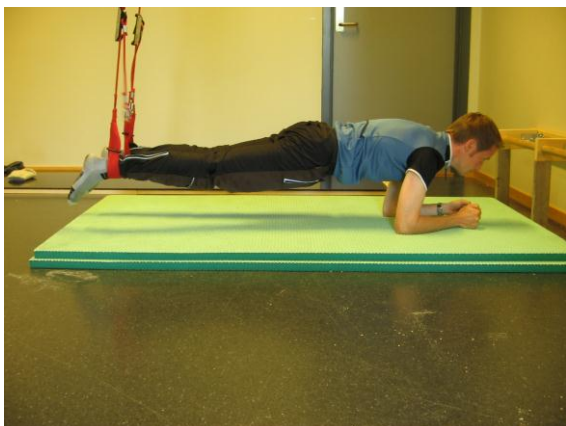
Figur 15. utførelse av øvelse 1 med balansepunkt kun på skulder.



Figur 16. ytterligere utfordring med skulder på luftfylt balansepute

Figur 15 og 16 viser ulike belastningsnivå på denne øvelsen. Her gjøres øvelsen mer ustabil ved at støtteflaten blir mindre. Et viktig poeng med denne øvelsen var at hoften skulle ”skytes” tilstrekkelig opp slik at en unngikk en uheldig knekk mellom hoften og ryggspylen. Videre skulle en forsøke å fiksere nakken slik at nakkevirlene ble som en rettlinjert forlengelse av ryggvirlene.

Øvelse 2 Hoftefleksjon

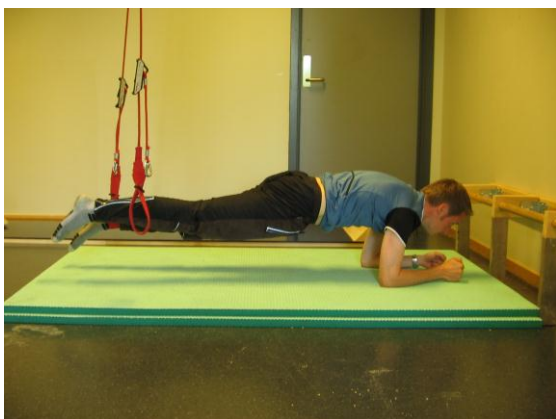


Figur 17. utgangsstilling sett fra siden.



Figur 18. utførelse til ytterstilling av øvelse 2.

Ved utførelse av øvelse 2 skulle en trekke til seg beina så langt inn mot brystkassen som mulig. Posisjonen i ytterstilling ble holdt i 2-3 sekunder før en rolig førte beina ned til utgangsstilling igjen. Dette ble repetert fra 5 og opp til 10 ganger med to serier (liten pause mellom hver serie).



Figur 19. Utgangsstilling på øvelse 2 med kun en fot i slynge



Figur 20. Ytterstilling på øvelse 2 med en fot i slynge.

Figurene over viser en tyngre variant av øvelse 2. En gjør samme bevegelsen, men her har man kun en fot festet inn i slyngen. Øvelsen ble utført med 4 og opp til 8 repetisjoner med to serier på hvert bein.

Øvelse 3 Supermann



Figur 21. Utgangsstilling og utførelse av øvelse 3.

Figur 21 viser utførelse av øvelse 3 fra utgangsstilling til ytterstilling. Utøverne ble bedt om å fikse bekkenet slik at en unngikk svai i korsryggen i øvelsens ytterstilling. Videre skulle en plassere slyngene inni hånden (ikke rundt håndleddene). Dette ble gjort slik at øvelsen skulle sette krav til stabilitet også i håndleddene. Samtidig var en ønsket treningseffekt at denne øvelsen skulle styrke utøvernes håndledd (viktig for golfspillere). Posisjonen i ytterstilling ble holdt i 6-8 sekunder før en rolig førte overkroppen tilbake til utgangsstilling. Øvelsen ble repetert 8 ganger med to serier (pause mellom hver serie).



Figur 22. Her vises en tyngre variant med en mer utstabil støtteflate.

Figur 23 viser en avansert utførelse av øvelse 3. Her lener også utøveren seg lengre frem slik at her stilles det større krav til styrke i korsrygg. En ser også av figuren at utøveren har en liten svai i korsryggen noe som antyder at her er grensen nådd for hvor langt en bør lene seg fremover.

Øvelse 4 Supermann på hjul



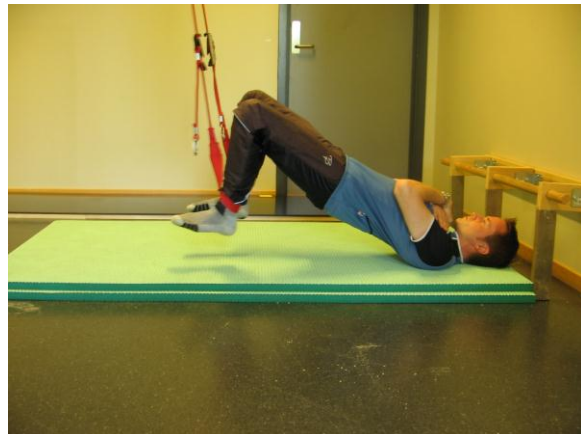
Figur 23. Utgangsstilling og utførelse av øvelse 4.

Denne øvelsen er veldig lik den som ble illustrert over og er i så måte bare et alternativ til øvelsen i slyngene. Utøverne valgte her selv hvilken av øvelsene 3 eller 4 de ville gjennomføre. Det ble lagt opp slik for å unngå venting på ledig utstyr og kun en av øvelsene 3 eller 4 inngikk i samme treningsøkt. Posisjonen i ytterstilling ble holdt i 6-8 sekunder og øvelsen ble repetert 6 ganger med to serier.

Øvelse 5 Hamstring fleksjon



Figur 24. Utgangsstilling på øvelse 5.

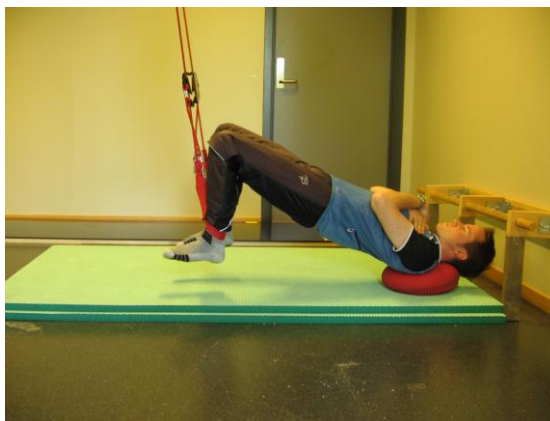


Figur 25. Ytterstilling på øvelse 5.

I utgangsstillingen på denne øvelsen løftes hofta opp fra matten slik at det er kun øvre del av rygg, skulderpartiet og nakken/hodet som berører bakken. Begge beina festes inn i hver sin slynge som strammes rundt ankelleddet. En utfører så en fleksjon i kneleddet slik at føttene trekkes inn mot hofta. Samtidig skal en presse hofta oppover slik at lår, hofta og ryggen er i en tilnærmet rett linje med hverandre. Posisjonen i ytterstilling holdes i 2-3 sekunder før en rolig går tilbake til utgangsstilling igjen. Denne bevegelsen ble gjentatt fra 5 og opp til 10 ganger med to serier.



Figur 26. Utgangsstilling på øvelse 5, her med balansepute under skuldrene.



Figur 27. Ytterstilling på øvelse 5, hvor utførelsen gjøres mer ustabil på grunn av balanseputen.

Figurene over illustrer en mer utfordrende variant av øvelse 5. Bevegelsen fra utgangsstilling til ytterstilling blir tyngre p.g.a. økt ustabilitet som følge av balanseputen som plasseres under skuldrene.

Øvelse 6 Knebøy



Figur 28. Denne bildeserien viser ulike innlæringsmetoder for knebøy på balanseputene. Etter hvert som balansen blir bedre kan man gå over til ett beins knebøy uten støtte.

Det ble her lagt opp til en innlæringsfase slik at utøverne ble trygge på balanseringen på putene. Målet var å kunne utføre 10 repetisjoner med to serier på hvert bein. Fleksjonen i kneleddet ble utført rolig og kontrollert til vinkelen på baksiden av kneet var tilnærmet 90 grader. Ekstensjonen i kneet ble også utført rolig slik at denne øvelsen fokuserte på en form for statisk stabilitet i ankel, kne og hofterledd.



Figur 29. Her vises utgangsstillingen på øvelse 6. Ved denne utførelsen har utøveren kommet til et ”avansert” nivå.



Figur 30. Illustrasjon av en dyp knebøy, 90 grader vinkel på baksiden av kne.

Øvelse 7 Medisinball svingkast



Figur 31. Grunnoppstilling og ”baksving” ved øvelse 7. Dette er en simulert golfsving der det ”svinges” med en 3 kg tung medisinball.

Denne øvelsen fungerte også som en innlæring til en mer avansert øvelse hvor utøverne stod på balanseputer og utførte samme ”medisinball-sving”. Det ble utført 15 repetisjoner i tre serier. Det ble lagt opp til ca 1 min pause mellom hver serie.



Figur 32. Her ser en fasene; ”downswing”, gjennomsving og avslutning på øvelse 7.

Det ble fokuser mye på at det skulle skapes en akselerasjon ved denne øvelsen. Slik at baksvingen gjennomføres rolig og kontrollert mens ved downswing og gjennomsving bruker en mer kraft og skaper mer fart på armene. Videre var det viktig at en fokuserte på tyngdeoverføring slik at vekten flyttes fra høyre fot og over mot venstre fot i gjennomsvingen. Viktig også med oppvridning av hofte og overkropp i baksvingen.

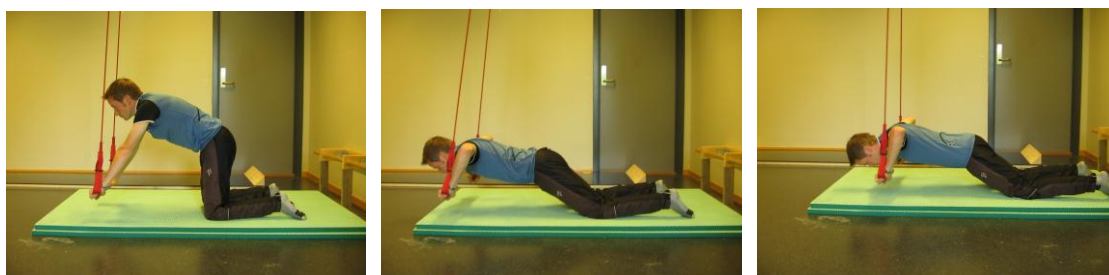
Øvelse 8 Svingkast med balanse



Figur 33. Denne øvelsen ble lagt inn som en ”motivasjonsøvelse”. Her ble ”kast grisen” leken benyttet, slik at det var to personer som konkurrerte mot hverandre. Bevegelsen simulerer en slags golfsving.

To utøvere konkurrerer mot hverandre her. Hver person står med en fot på en balansepute og kaster en medisinball mot den andre personen. Denne øvelsen er kjent fra ”kast grisen” leken. Dersom en utøver må støtte seg med det frie beinet blir han tildelt en bokstav. Her blir øvelsen avsluttet når en utøver har fått bokstavene g, o, l og f som da staver ordet golf. I innlæringsfasen står utøverne på to balanseputer, da dette er noe mer stabilt.

Øvelse 9 Slyngearmheving



Figur 34. Denne bildeserien illustrer utførelsen av push-ups på kne. En lettere variant enn push-ups som illustreres i figurene under.

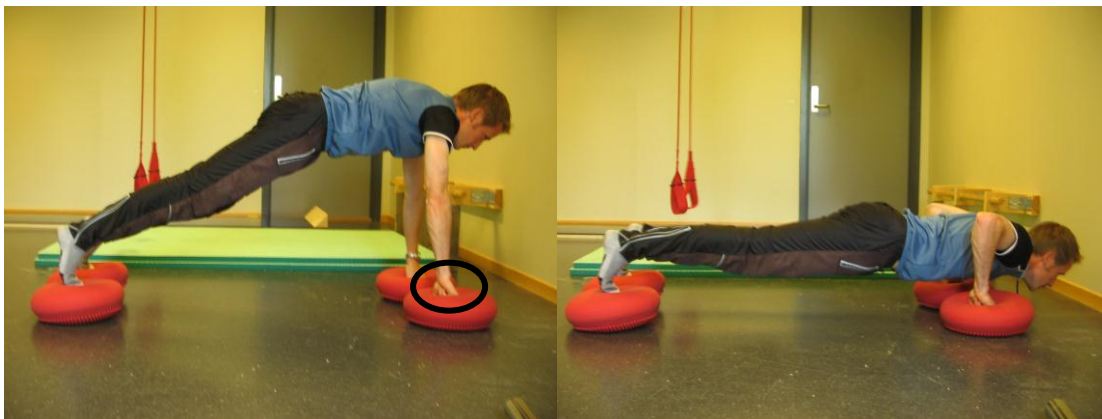
Denne lettere utgaven av armheving ble det lagt til rette for p.g.a. behovet for individuell tilpasning av øvelser. Etersom utøverne hadde forskjellige forutsetninger (ulik styrke). Ved

økt styrke ble det plassert en balansepute under knærne for å få en progresjon og økt krav til stabilitet/styrke.



Figur 35. Her utføres øvelse 9 på en tyngre måte. Begge hender i ustabil slynge og etter hvert tær balansert på luftfylte balanseputer.

Til å begynne med ble det lagt opp til utførelse til utmattelse for å kartlegge hvor mange repetisjoner utøverne klarte. Videre ble det lagt opp til tre serier med et variabelt antall repetisjoner alt etter hvilken utøver som gjorde øvelsen.



Figur 36. Denne varianten av armheving er omtrent helt lik som den som utføres i slyngene.

De tre variantene av armheving illustrert over tilhører alle øvelse 9. Den siste varianten hvor utøveren bruker fire balanseputer er tilnærmet lik den som utføres i slyngene. Det ble lagt til rette for denne varianten for å kunne øke kapasiteten, slik at flere utøvere kunne gjennomføre samme øvelse samtidig. Viktig å presisere at denne siste varianten ble utført med knyttede never (se innringet del av bilde). Dette for å unngå unødvendig stor belastning på håndleddene.

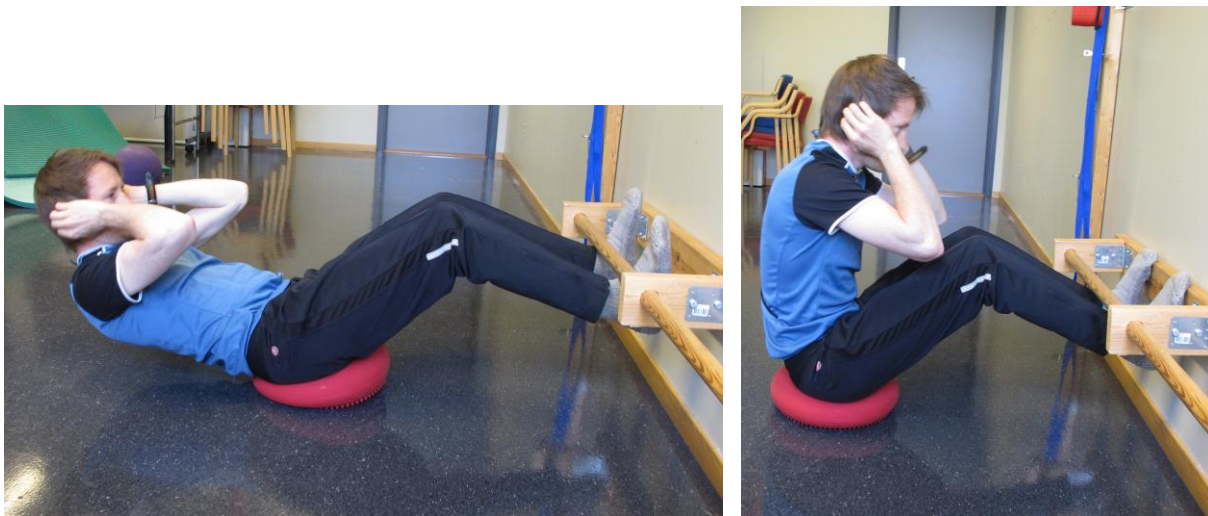
Øvelse 10 Ryggstrekkeren



Figur 37 To faser av samme øvelse. Motsatt arm og fot føres vekselvis mot og fra hverandre.

Klassisk ”langrennsøvelse” utført på balanseputer. Vekselvis en arm og motsatt fot løftes til vannrett stilling. Ved armer og bein i ytterstilling holdes posisjonen i 4-5 sek. 10 repetisjoner og 4 serier på begge armer/bein.

Øvelse 11 Sit-ups med balanse



Figur 38 To faser av samme øvelse. Bilde til venstre viser overkropp på vei opp, bilde til høyre er overkroppen i «avslapningsfasen».

Utfører sit-ups med hjelp av partner eller ribbevegg som holder beina fast i 90 grader. Utøveren sitter balansert på en balansepute og utfører 3 serier med sit-ups. Varierende antall repetisjoner alt etter abdominal styrke. Her er det klart at øvelsen også stimulerer til styrking av hoftelddsbøyene (iliopsoas) i tillegg til de rette magemusklene (rectus abdominis).

Balanseputen bidrar til en «skjelvende» utførelse av sit-ups som er ment å stimulere dypere, stabiliserende muskulatur.

Øvelse 12 Triceps



Figur 39. Utgangsstilling på øvelse 12.



Figur 40. Ytterstilling på øvelse 12.

På denne øvelsen ble det fokusert på at utøverne skulle holde overkroppen strak og beina skulle kun brukes til å støtte med på balanseputen (ikke til å presse overkroppen opp!). Utøverne gjennomførte øvelsen på litt ulik måte, alt etter egen kapasitet i form av styrke og balanse. Den individuelle tilpasningen gikk først og fremst på hvor dypt ned utøveren valgte å gå. Målet var å klare 6 repetisjoner og tre serier, hvor det var ca 1 min pause mellom hver serie.

3.6 Kontrollgruppens treningsprogram

Det ble ikke gjennomført noen kontroll eller oppfølging ved fysisk tilstedeværelse ved disse treningene som fant sted i Stavanger. Jeg fikk derimot oversendt en oversikt over oppmøte på trening og et oppsett av treningsprogrammet. Konseptet for denne treningen følger mye samme mal som da undertegnede selv deltok på juniortrening med denne golfklubben. Treningen ble organisert som innendørstrening hvor øvelsene hadde fokus på å stimulere de store muskelgruppene som involveres i en golfsving. Øvelsene ble gjennomført ved sirkeltrening/stasjonstreningsprisippet. Følgende øvelser ble gjennomført:

- Benkpress: 3 serier * 12 repetisjoner (individuell belastningsstyring)
- Knebøy: 3 serier * 10 repetisjoner (ca 20 kg belastning), avsluttes eksplosivt med et lite opphopp.

- Biceps curl: 2 serier på hver arm * 10 repetisjoner (individuell belastningsstyring)
- Dips: 3 serier * 6 repetisjoner (egen kroppsvekt som belastning)
- Rygghev: 3 serier * 12 repetisjoner (egen kroppsvekt som belastning)
- Sit-ups: 3 serier * 30 repetisjoner (egen kroppsvekt som belastning)
- Overkroppsrotasjon: 3 serier * 10 repetisjoner (sittende, løfter medisinball fra side til side)

Denne treningen ble gjennomført 1 – 2 ganger i uken i samme 9 ukers periode som treningsgruppen gjennomførte sin trening. De ukene hvor de kun gjennomførte 1 trening hadde de ”utholdenhetstrening” (løping eller ballspill) som supplement til den ene styrketreningsøkten. Kontrollgruppens gjennomsnittlige oppmøte på trening var 83 %. Totalt hadde de 13 styrketreningsøkter og 5 utholdenhetsøkter.

3.7 Data analyser

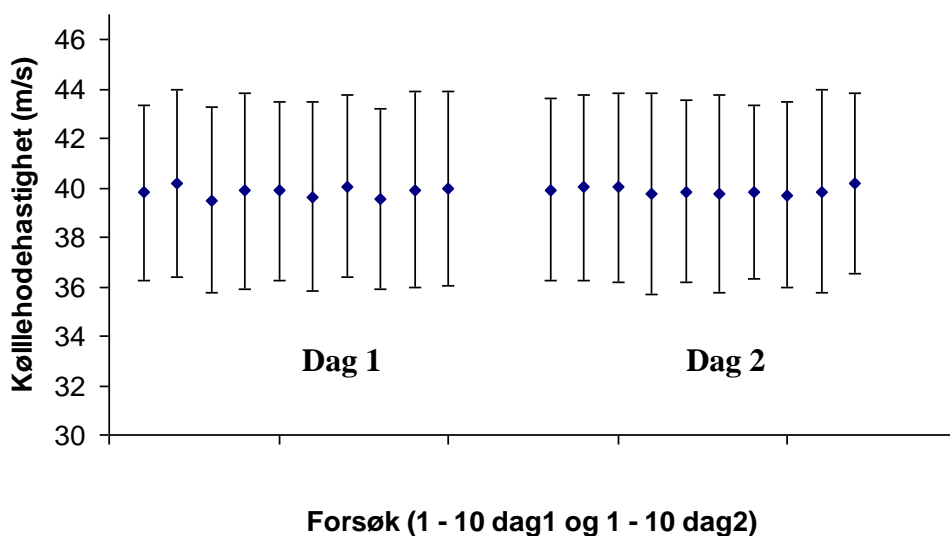
Programvaren som ble benyttet var SPSS 11.0 for Windows. Vi benyttet repeated measures anova for å analysere reliabiliteten fra dag til dag for måling av køllehodehastighet. Videre brukte vi en paired samples t-test for å se på korrelasjonen mellom dag 1 og dag 2 på køllehodehastighet igjen for å avdekke eventuell læringseffekt. Intraclass korrelasjon ble brukt for å finne reliabilitetskoeffisienten for å se på intraindividuell stabilitet på målt køllehodehastighet. Både på køllehodehastighet og analyse av resultatene på balanseplattformen benyttet vi General Linear Modell og repeated measures med videre analyse av within subjects variable og between subjects variable. En p-verdi ≤ 0.05 ble vurdert som statistisk signifikant.

4.0 Resultater

4.1 Køllehodehastighet, test-retest reliabilitet

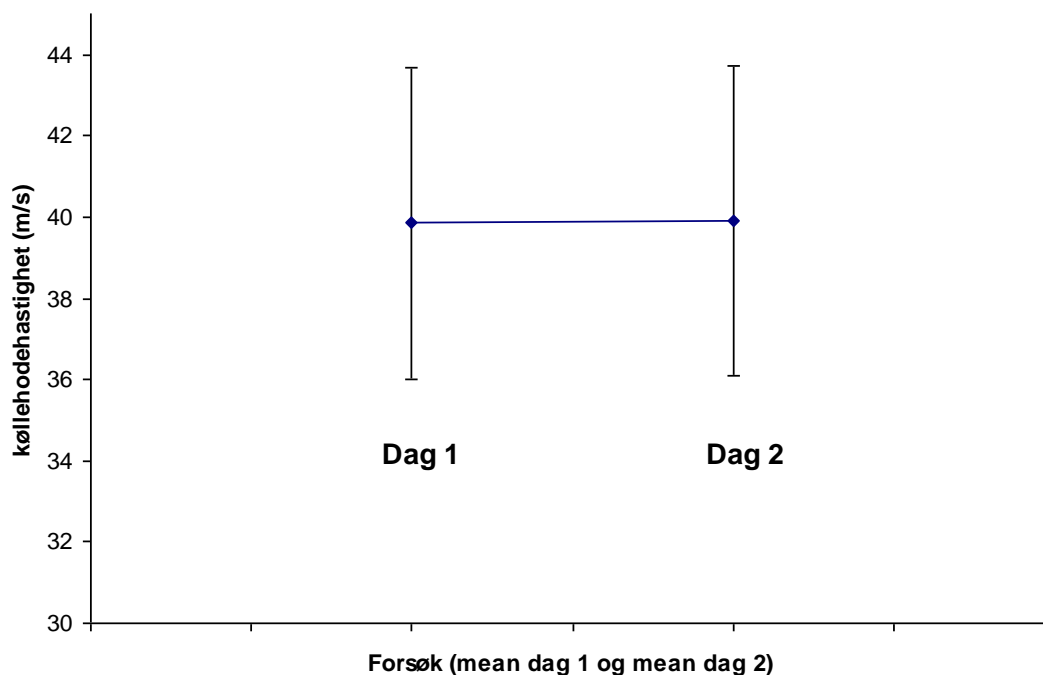
Figur 41 illustrerer resultatene fra køllehodehastighet testen målt ved to ulike dager (testdag 1 og testdag 2), målt i meter i sekundet. Figuren viser standardavviket for hele gruppen på hvert forsøk. Forsøkspersonene (n=12 i reliabilitetstesten) hadde 10 forsøk på hver testdag.

Gjennomsnittlig verdi (mean) for hele testgruppen var 39,85 med et standardavvik på $\pm 3,76$ m/s for testdag 1 og 39,91 og et standardavvik på $\pm 3,82$ m/s for testdag 2. Ingen læringseffekt ble observert. Ved repeated measures Anova var det ikke noen signifikant forskjell mellom resultatene fra slag 1 til slag 10 ved de to ulike dagene og det var heller ikke noen signifikant forskjell mellom testdag 1 og testdag 2.



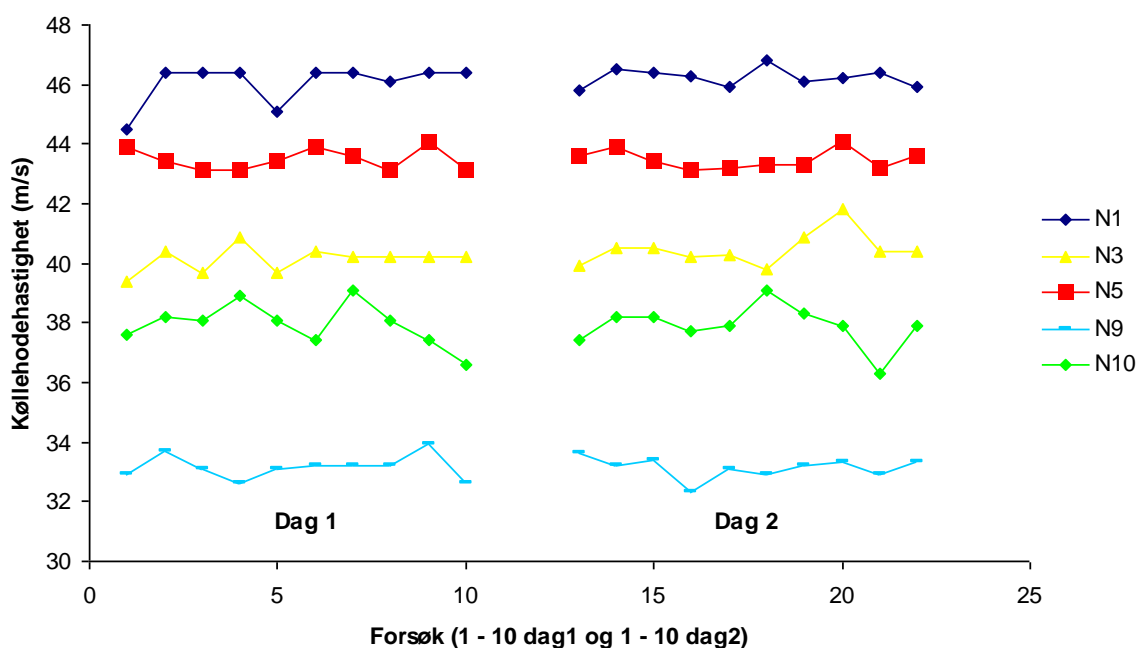
Figur 41 Målt køllehodehastighet fra to ulike testdager. Gjennomsnittlig verdi og standardavvik for slag 1 – 10 ved begge testdagene. (n = 12).

Figur 42 er en forenkling av figuren over hvor jeg illustrerer korrelasjonsnivået mellom dag 1 og dag to samlet for hele gruppen. Ved paired samples t-test får vi et korrelasjonsnivå på 0.999.



Figur 42. Gjennomsnittlig målt kjøllehodehastighet fra testen fra dag 1 og fra dag 2 og standardavviket ved de to testene.

Figuren under gir en oversikt på 5 forskjellige forsøkspersoner og viser at den intraindividuelle stabiliteten i hastighet var høy. Reliabilitetskoeffisienten for intraclass korrelasjon var 0,996 ($\alpha = 0,996$, $n=12$).



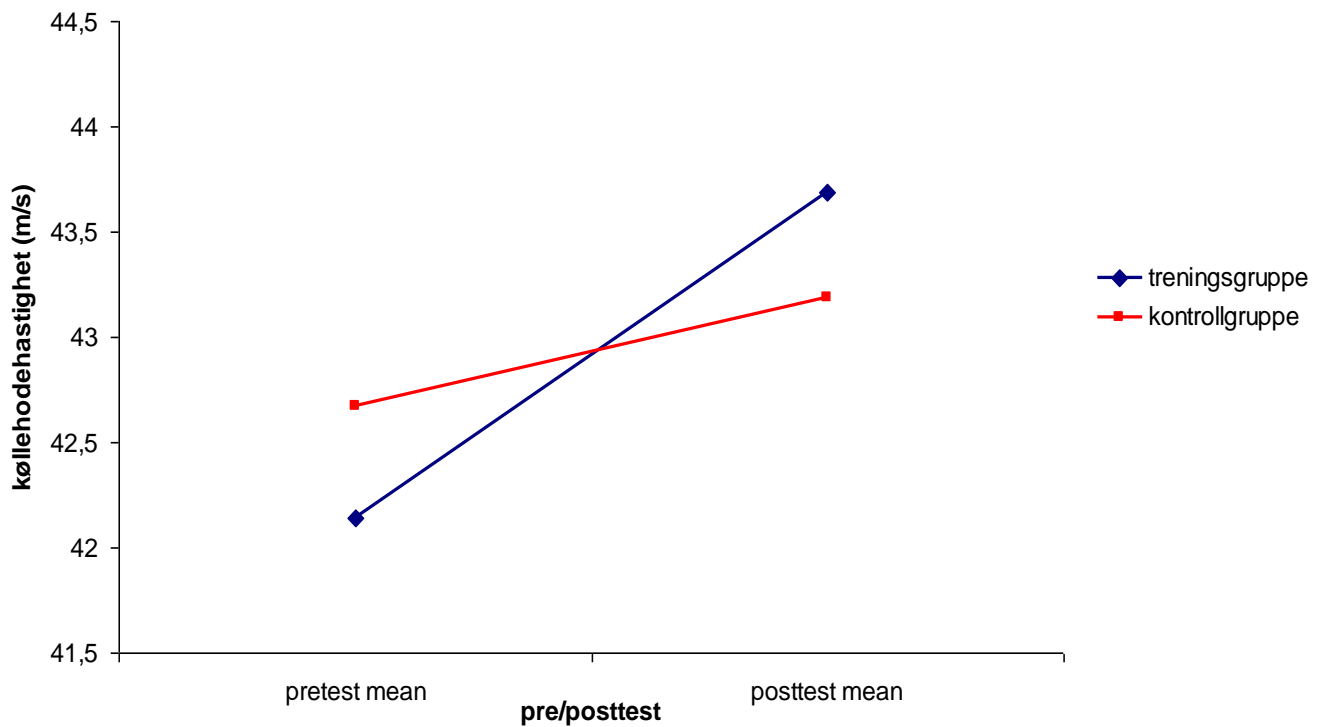
Figur 43. Slag 1 – slag 10 for 5 ulike forsøkspersoner for målinger gjort på to forskjellige dager.

4.2 Pre- og posttesting av køllehodehastighet

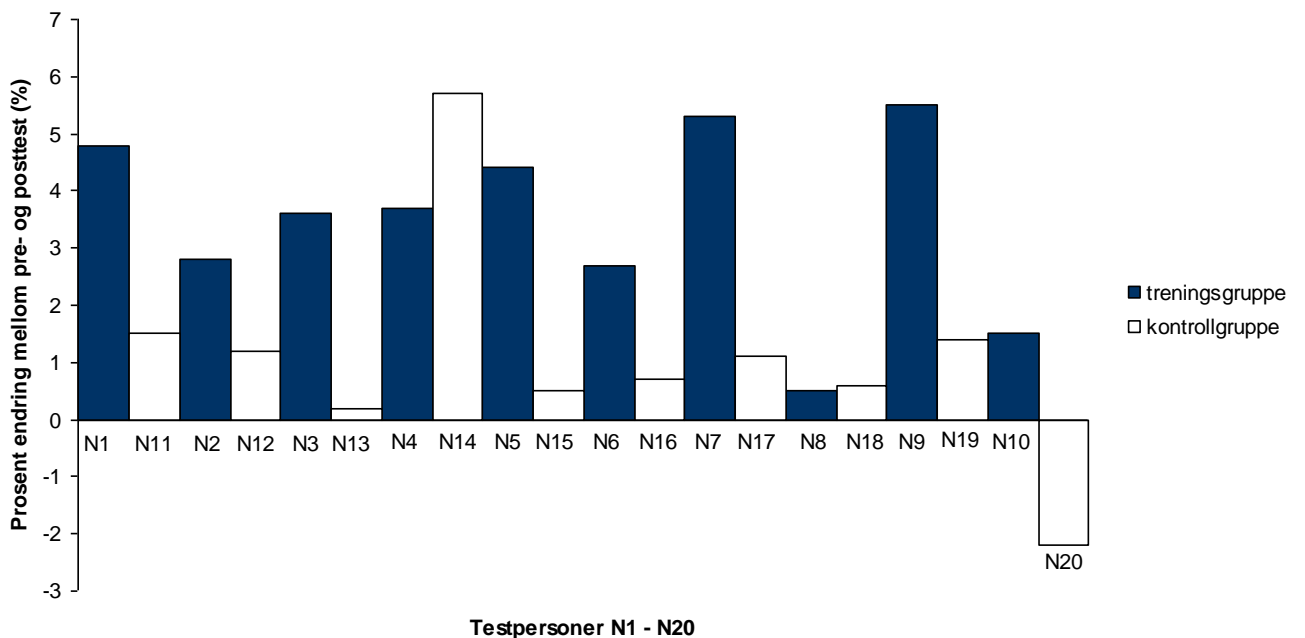
Figur 44 viser resultatene fra køllehodehastighet testen målt i meter i sekundet.

Gjennomsnittshastigheten for treningsgruppen økte med $\approx 1,6$ m/s i posttesten i forhold til pretesten ($42,1 \pm 0,6$ m/s vs $43,7 \pm 0,4$ m/s, $p=0,001$), en økning på ≈ 4 %.

Gjennomsnittshastigheten for kontrollgruppen hadde også en økning på 1%, ($42,7 \pm 0,7$ m/s vs $43,2 \pm 0,6$ m/s). Hastighetsøkningen i treningsgruppen var signifikant høyere enn i kontrollgruppen ($p < 0,005$).



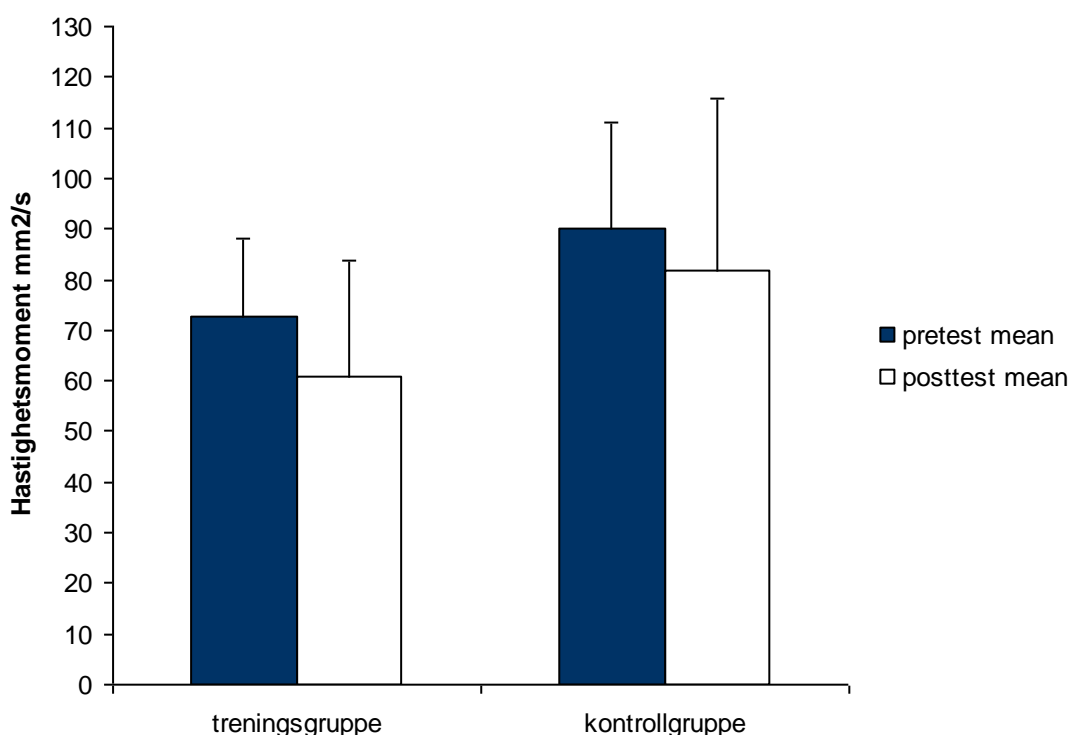
Figur 44. Køllehodehastighet på pre- og posttesten. Gjennomsnitt for treningsgruppen (n = 10) og kontrollgruppen (n = 10). Standardavviket er ikke illustrert i figur for bedre lesbarhet. Standardavviket for treningsgruppen og kontrollgruppen er illustrert i teksten over.



Figur 45. Prosentvis endring av køllehodehastighet fra pre- til posttest for utøverne N1 – N20.

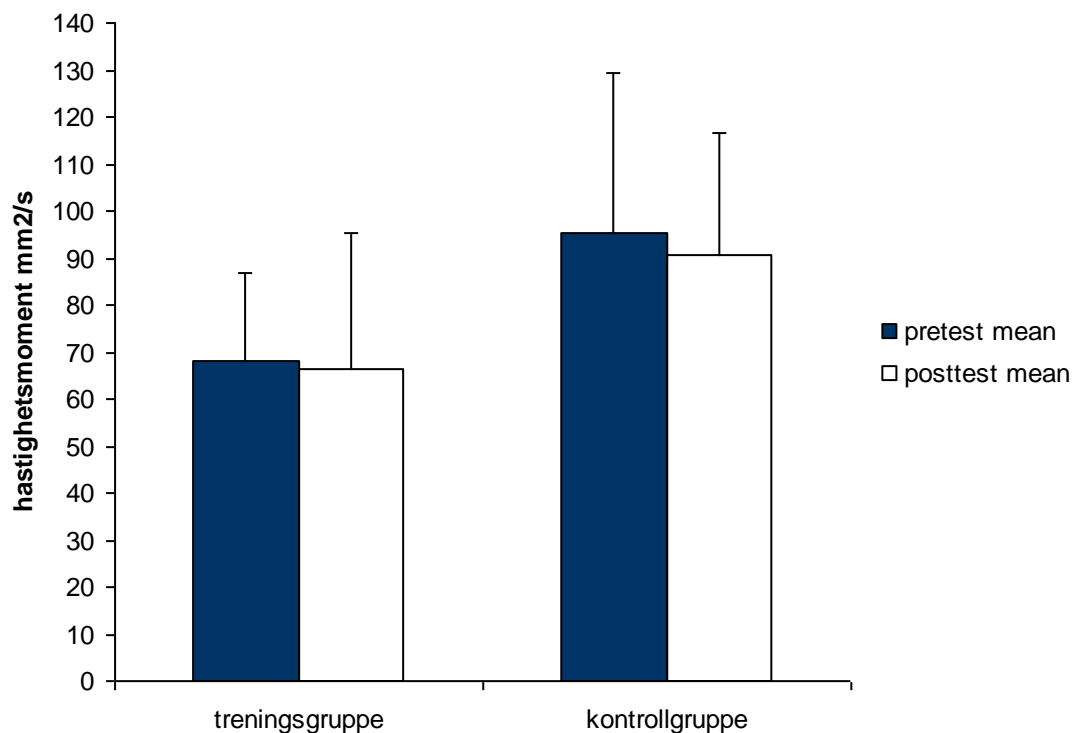
4.3 Balansetester

Det gjennomsnittlige hastighetsmomentet for treningsgruppen ble redusert med 19 % i posttesten vs. pretesten ($72,7 \pm 15,3$ mm²/s vs. $60,9 \pm 23$ mm²/s) på høyrebeinet. Denne reduksjonen var ikke signifikant ($p = 0,095$). Kontrollgruppen forbedret seg med 10,3 %, med verdiene ($90,1 \pm 21$ mm²/s vs. $81,7 \pm 34,1$ mm²/s). Kontrollgruppen oppnådde ikke noen signifikant forbedring ($p = 0,193$).



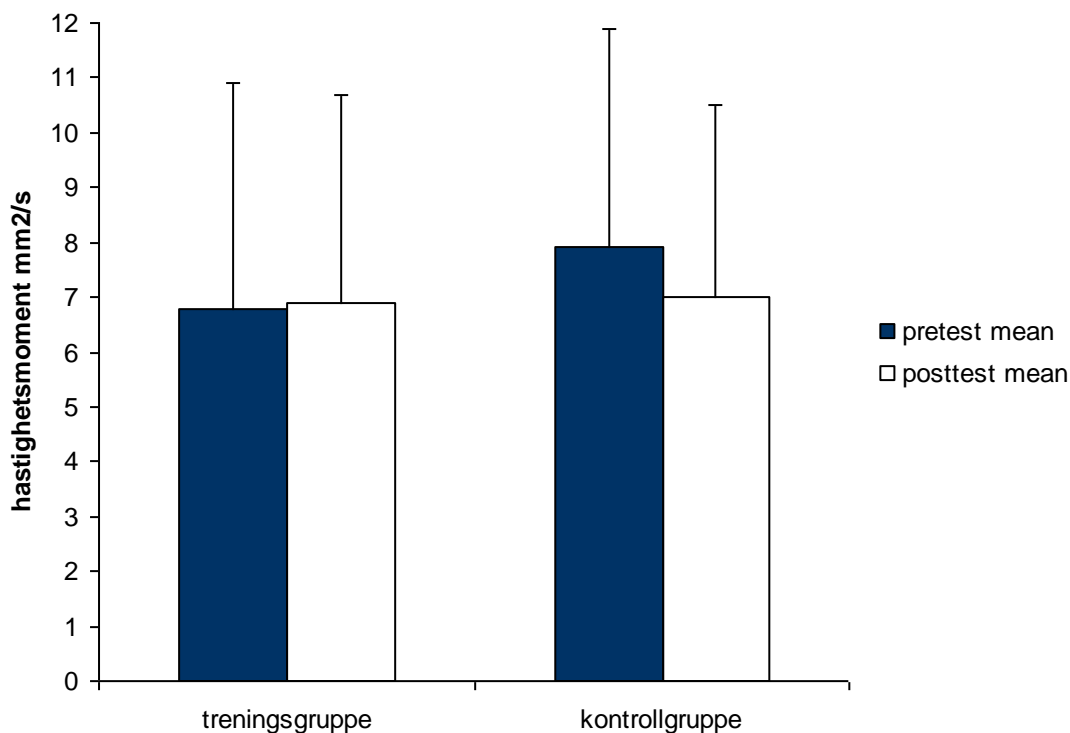
Figur 46: Balansetest målt i hastighetsmoment ved balansering på høyre bein. Gjennomsnitt og standardavvik for treningsgruppen (N10) og kontrollgruppen (N10).

Figur 47 viser resultatene fra balansetesten der utøveren står på venstre bein. Treningsgruppen hadde en 2,3 % forbedring i posttesten i forhold til pretesten (før treningsintervensjonen). Gjennomsnittlig hastighetsmoment og standardavvik var ($67,9 \pm 19,1$ mm²/s i pretesten vs. $66,4 \pm$ mm²/s i posttesten). Dette ga ikke noen statistisk signifikant forbedring ($p = 0,829$). Kontrollgruppen forbedret seg med 5,3 %. Ved henholdsvis ($95,4 \pm 34$ mm²/s i pretesten vs. $90,6 \pm 26,2$ mm²/s i posttesten).



Figur 47: Et beins balansetest hvor utøveren står på venstre bein. Målt i hastighetsmoment (mm²/s) for pre- og posttesten. Søylene viser sammensatt gjennomsnitt og standardavvik av de tre beste forsøkene ved pretesten sammenlignet med de tre beste forsøkene i posttesten for treningsgruppen (n = 10) og kontrollgruppen (n = 10).

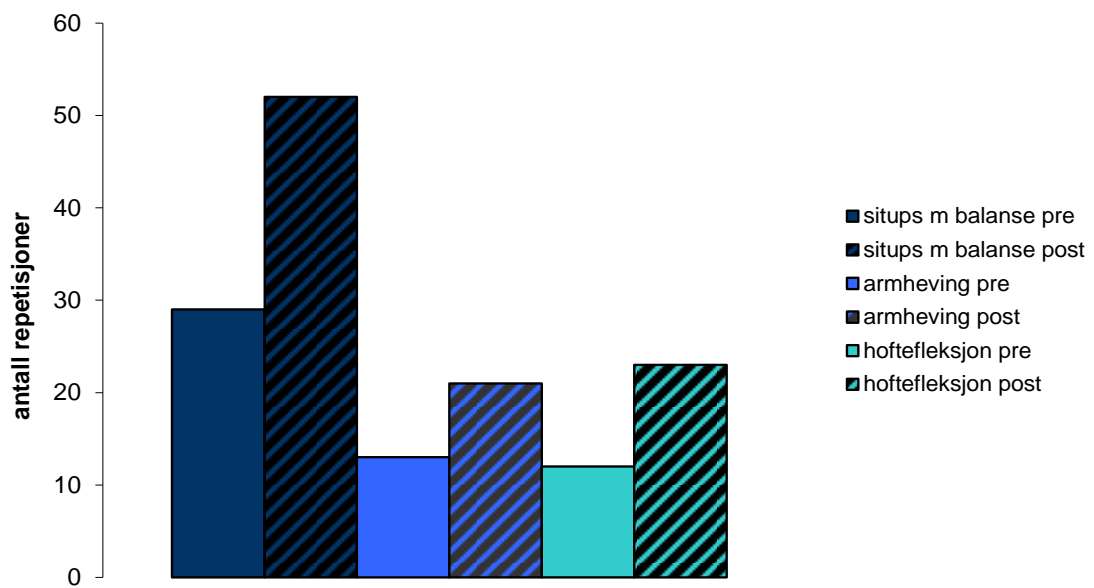
Figuren under illustrerer en balansetest hvor utøverne stiller seg opp på kraftplattformen slik de ville gjort ved en vanlig to-bein oppstilling over golfballen (ved forberedelse til å slå et golfslag). Testpersonene har da begge beina plassert innenfor kraftplattformens registreringsområde. Resultatene viser at det er veldig liten endring/variasjon i målt hastighetsmoment både hos treningsgruppen (6,8±4,1 mm²/s i pretesten vs. 6,9±3,8 mm²/s i posttesten) sammenlignet med kontrollgruppen (7,9±4,0 mm²/s i pretesten vs. 7,0±3,5 mm²/s i posttesten).



Figur 48: Balansetest ved ”golfstance” oppstilling. Søylene viser sammensatt gjennomsnitt og standardavvik av de tre beste forsøkene ved pretesten sammenlignet med de tre beste forsøkene i posttesten for treningsgruppen (n =10) og kontrollgruppen (n = 10).

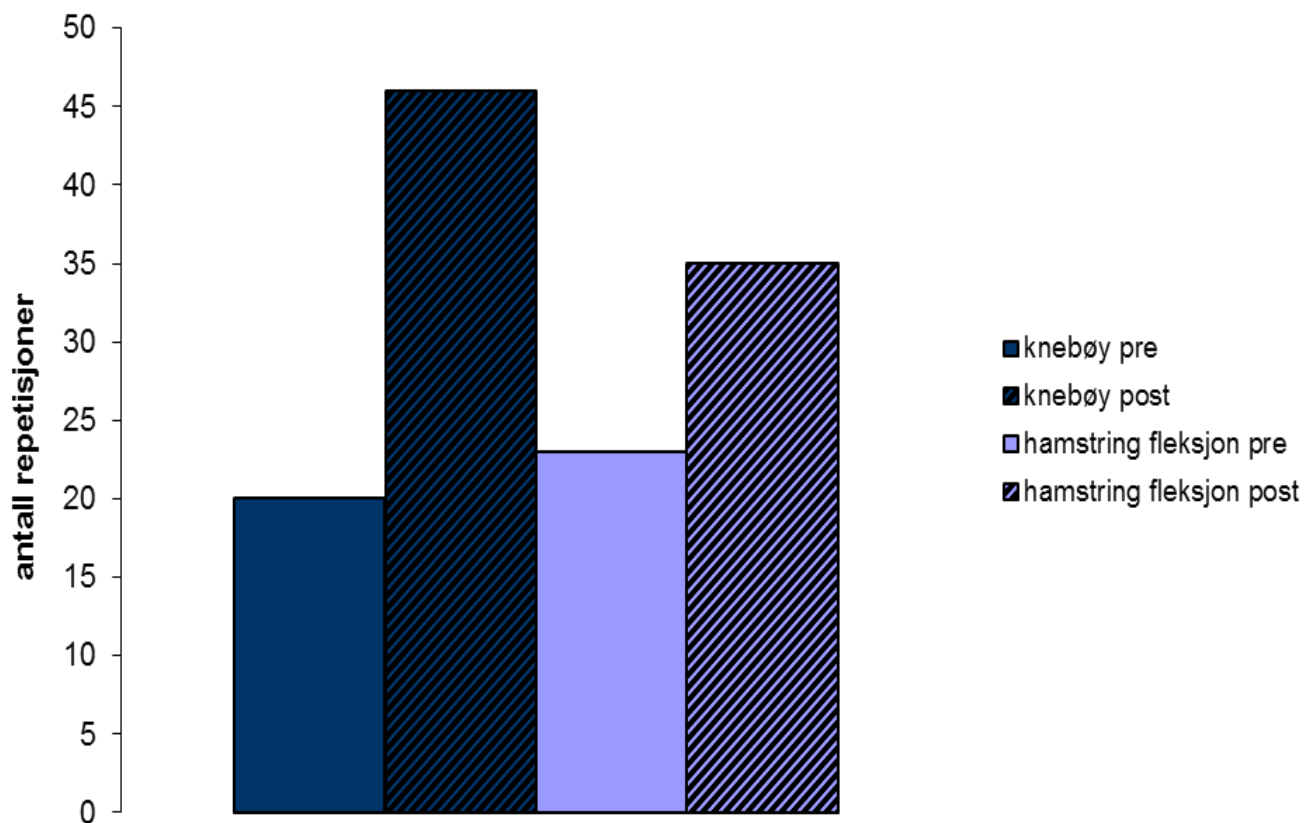
4.4 Treningsøvelser

Under følger en figur som viser resultater fra en test på enkelte av stabilitetstrenings øvelsene. Figuren viser at det er en markant fremgang på samtlige utøvere fra pretesten til posttesten. Resultatene fra denne testen blir ikke analysert statistisk ettersom mye av framgangen skyldes i stor grad en tilvenning til øvelsene (læringseffekt) og hvordan en utfører de ulike øvelsene gir rom for individuelle løsinger slik at det er noe vanskelig å sammenligne utøvere opp mot hverandre. Hensikten med figuren er i så måte å illustrere i hvor stor grad treningsgruppen forbedrer seg på et utvalg av stabilitetstrenings øvelsene. Pretesten ble gjennomført etter to uker med trening (pga nødvendig innlæring av øvelsene) og posttesten ble gjennomført etter avsluttet intervensjonsperiode, altså etter 9 uker med trening.



Figur 49: Figuren viser sammensatt gjennomsnitt for stabilitetstreningens øvelsene; sit-ups (øvelse 11), armheving (øvelse 9) og hamstring fleksjon (øvelse 5). Søylen illustrerer utviklingen fra testen utført ved pretesten (etter to uker med trening) til posttesten (etter 9 uker med trening).

Neste figur er en fortsettelse av figuren over hvor testresultater fra to andre stabilitetstreningsovelser presenteres.



Figur 49 fortsatt: Figuren viser sammensatt gjennomsnitt for stabilitetstreningsøvelsen; knebøy (øvelse 6) og fleksjon/ekstensjon (hamstring fleksjon, øvelse 5) i kne. Søylen illustrerer utviklingen fra testen utført ved pretesten (etter to uker med trening) til posttesten (etter 9 uker med trening).

5.0 Diskusjon

Hensikten med denne studien var først og fremst å videreutvikle et allerede eksisterende treningskonsept (Sling Exercise Therapy, SET) og tilpasse slik trening til en spesifikk idrett. Idretten det fokuseres på her er golf, slik at flere av treningsøvelsene var ment å stimulere muskler og kroppssegment som blir spesielt viktig i utførelsen av en golfsving. Videre ønsket jeg å kvantifisere effekten av slik trening ved å se hvilken påvirkning treningen hadde på golfspillernes køllehodehastighet og statisk balanse. Jeg har foreløpig ikke funnet noen studier som har sett på hvordan et kjernestabiliseringstreningsprogram påvirker golfspilleres prestasjon.

De tydeligste funnene i denne oppgaven er den signifikante økningen i køllehodehastighet som treningsgruppen oppnådde etter 9 uker med kjernestabiliseringsøvelser. 4 % økning kan være betydningsfullt for golfprestasjon. En forbedring i køllehodehastighet har nær sammenheng med større oppnådd slaglengde (16). Det er til min kunnskap ingen andre studier som har påvist en slik effekt fra kjernestabiliseringstrening og golfprestasjon. Det er likevel flere andre studier som har rapportert om en positiv effekt fra annen fysisk trening på forbedring av køllehodehastighet (31 og 43). Studier som har sett på kjernestabilisering som treningsmetode og prestasjon i idrett har også rapportert om positiv og betydningsfull påvirkning. Sæterbakken så på hvilken effekt KST øvelser hadde for håndballspillere og deres kasthastighet. Treningsgruppen i denne studien oppnådde signifikant forbedring av kasthastighet (64). Et håndballkast og et golfslag har mange parallelle element, blant annet viktigheten av sekvensiell akselerasjon basert på god rekruttering av de involverte muskelsegmentene. Både håndball og golf krever god rotasjonsstyrke i overkroppen og funnene i undertegnede sin studie og Sæterbakken tyder på at et godt komponert kjernestabiliseringsprogram kan gi positiv effekt.

5.1 Bakgrunn for valg av treningsøvelser

Stabilitetstrening som konsept har tidligere blitt brukt mye innen rehabilitering av skadede idrettsutøvere både innen alpint ved alpinisten Kjetil Andre Aamodt og golf ved Suzann Pettersen. I denne studien ønsket jeg å se om slik trening også kunne fremme prestasjon blant golfspillere. Med utgangspunkt i at det å utføre en effektiv golfsving krever en overføring av kraft fra kroppssegment til kroppssegment og en kraftig rotasjon av både hoftene og torso er det

nærliggende å tro at trening av lokal leddnær muskulatur vil kunne gi positive utslag i en golfsving. Bevegelsene i en golfsving stiller høye krav til en godt utviklet *core* stabilitet (67, 66). En golfsving baserer seg også på konseptet med høy grad av proksimal stabilitet for å kunne oppnå god kraftoverføring og i tillegg høy grad av distal kontroll (64). For å kunne stimulere muskulatur som styrer disse prosessene har treningsøvelsene i denne studien basert seg på trening i lukket kinetisk kjede hvor øvelsen ble utført med en ustabil understøttelsesflate. Ved å trene i lukket kinetisk kjede oppnår man en ko-aktivering av agonister, synergister og antagonister rundt leddene som beveges (25). Det at øvelsene gjennomføres i et ”ustabilt system” gjør at utøveren stimulerer og aktiverer den dype, lokale og leddnære muskulaturen. Øvelsene som ble lagt til grunn i denne studien hadde også som mål å ha en viss grad av idrettsspesifisitet. Slik at treningsprogrammet var tilpasset til at det var golfspillere som utførte øvelsene. Dette ser en spesielt tydelig ved øvelse 7 og 8 som er en simulering av golfsvingen, men en øker belastning og krav til stabilitet ved å ”svinge” med en medisinball. Balanseputer ble også benyttet ved disse øvelsene for å øke vanskelighetsgraden og ytterligere stimulere utøverne til å engasjere den dype, stabiliserende muskulaturen. Flere av øvelsene som brukes i denne studien retter fokus på en belastning av både global og lokal muskulatur. Det var videre viktig at treningsøvelsene stimulerte muskulatur som var viktig for utførelsen av et golfslag. Med dette som utgangspunkt fokuserer øvelsene mest på å stimulere muskulatur i mage-, rygg- og hofteregionen (øvelse 1, 2, 3, 5 og 10) i tillegg ble det lagt til øvelser som skulle stimulere stabiliserende muskulatur rundt håndledd, skuldre og ankelledd, (øvelse 3, 4, 6 og 9). Ved valg av øvelser synes jeg det var et poeng at det også ble lagt inn noen funksjonelle bevegelsesmønstre som da skulle stimulere noen viktige globale muskelgrupper. Forskning viser at dersom et stabilitetstreningsprogram skal gi en god helhetlig effekt er det viktig å stimulere både lokal og global muskulatur (45, 52, 53, 54). Ved øvelsene 4, 9, 11 og 12 mener jeg at utøverne stimulerte både global og lokal muskulatur. Øvelsene ble gjennomført i rekkefølge 1 – 12. Det var riktignok noen variasjoner i hvilke øvelser som kom etter hverandre alt etter utøverens progresjon og restitusjon mellom øvelsene. Hver økt baserte seg mer eller mindre på sirkeltreningsprinsippet, hvor arbeid ble utført på hver stasjon. Øvelsene fulgte stort sett den rekkefølgen som er skissert i metodekapitlet med bakgrunn i at samme muskelgrupper ikke skulle belastes maksimalt i øvelser etter hverandre. Mellom hver øvelse/stasjon ble det lagt inn 1 - 2 min pause for at utøverne kunne ”riste litt løs”. Dette ble gjort for at utøverne skulle være klar til neste øvelse og muskulaturen skulle få anledning til å slappe av for å unngå mulige muskelkramper eller andre skader. Noen av øvelsene som var inkludert i dette treningsprogrammet (f.eks. øvelse 2,

5 og 12) utsatte ledd og muskulatur for en stor belastning i den statiske posisjonen slik at det ble nødvendig å løse opp og ta en pause etter øvelsen var gjennomført. Belastningen ellers følger prinsipper for maksimal styrketrening hvor det viser seg at 6-7 repetisjoner i hver serie er det mest effektive (37, 42). Flere av treningsøvelsene har flere enn 7 repetisjoner i hver serie, dette for å gi tilstrekkelig stor belastning og «stress» på arbeidende muskulatur. Etter hvert som utøverne ble sterkere/bedre koordinert i bevegelsene ble belastningen økt ved å gjennomføre flere repetisjoner. De fleste øvelsene stoppet med et maksimalt antall repetisjoner på 10, med unntak av øvelse 7, 8, 9 og 11 hvor antall repetisjoner ble styrt av utøverens maksimale kapasitet, men det var likevel fokus på at alle seriene skulle gjennomføres med full innsats. Alle øvelsene ble utført langsomt og kontrollert med en holding av ytterstillingen i noen sekunder. Unntaket fra dette var på øvelse 7 og 8 hvor det ble fokusert på en akselerasjon av armene for å skape en lignende situasjon som ved et golfslag hvor det er svært viktig å skape en progressiv akselerasjon i ”nedsvingen”. Det ble lagt opp til at utøverne gjennomførte 2-3 serier på hver øvelse. Prinsippet her var at hvert bevegelsesmønster skulle gjentas minimum 2 ganger slik at det dannet grunnlaget for antall serier. Hensikten med dette var at belastningen skulle økes noe ved at allerede sliten muskulatur skulle utføre samme bevegelse på nytt. Denne metoden følger grunnleggende etablerte prinsipp for styrketrening. Tilsvarende som at utøverne trente to ganger i uken har sin bakgrunn i en grunnleggende tanke om at en må trene minimum to ganger pr. uke for å kunne få noen fremgang ved slik trening.

5.2 Valg av trenings- og kontrollgruppe

I denne studien bestod treningsgruppen av 10 junior elite golfere i alderen 13 til 19 år. Denne gruppen er etablerte golfere som har spilt i flere år og holder et brukbart nivå nasjonalt. Bakgrunnen for valg av denne gruppen har for det meste praktiske årsaker. Alle golferne tilhører samme klubb og trening og testing blir dermed enklere å koordinere. Det mest ønskelige hadde kanskje vært å trene og teste eldre elite golfere, men det ville vært en umulighet med bakgrunn i kompleksiteten på testene og nødvendigheten av personlig oppfølging på treningene. Golfmiljøet er også lite der denne studien har sitt utspring og de beste golferne finner en dermed blant juniorene. Når det gjelder kontrollgruppen var det et bevisst valg at denne gruppen befant seg i en annen klubb. Det var dermed ikke noen mulighet for at testpersonene ble influert av det treningsgruppen holdt på med. Det var i så måte lettere å holde skjult hva som var ”ønskede” resultater. Kontrollgruppen ble plukket ut med et mål at

denne gruppen skulle være så lik som mulig med treningsgruppen i.f.t. alder, erfaring og golfferdighet. Kontrollgruppen holder riktignok noe høyere standard med tanke på golfferdighet og noen av utøverne har et mer solid fysisk treningsgrunnlag. Når det gjelder ulikheten på golfferdighet ser jeg ikke på dette som noe som gir signifikante utslag i resultatene. Utøverne ble testet på svinghastighet og begge gruppene (test/kontroll) viste svært jevne resultat i denne testen. Slik at selv om kontrollgruppen viser noe bedre generell golfferdighet (vurderes slik pga et lavere handicap gj.snitt) influerer dette ikke på den spesifikke svinghastighet testen. Det er andre parametere som bestemmer generell golfferdighet (mental styrke, nærspillkvalitet og konkurranse tilvenning). Ulikheten på det fysiske treningsgrunnlaget mellom gruppene kan nok være med på å forklare hvorfor treningsgruppen forbedret seg så vidt mye mer enn kontrollgruppen. Treningsgruppen har altså tilført mer og ny trening og er da kanskje mer mottagelig for trening som gir fysisk forbedring. Kontrollgruppen har derimot ikke endret sitt opprinnelige treningsprogram. Treningsgruppen er i gjennomsnitt 0,5 år yngre enn kontrollgruppen. Jeg vurderer denne forskjellen som så liten at ulik grad av modning ikke influerer nevneverdig på testresultatene.

5.3 Svinghastighet

Både treningsgruppen og kontrollgruppen forbedret seg signifikant etter intervensjonsperioden. Treningsgruppen forbedret seg klart mer enn kontrollgruppen ($\approx 4\%$ mot $\approx 1\%$). I kontrollgruppen var forbedringen liten, men fremdeles signifikant ettersom målingene var så jevne. Det var riktignok en testperson i kontrollgruppen (N14) som skilte seg ut og forbedret seg ganske markant (se fig. 45). Dette kan enkelt forklares med at denne testpersonen gikk fra lite/ingen trening og til styrketrening 2 ganger i uken i 9 uker. Dette gjenspeilte seg i en markant økning i svinghastighet og undertegnede kunne også observere (visuell måling) at testpersonen hadde oppnådd god hypertrofi (muskelvekst) i løpet av intervensjonsperioden. De resterende testpersonene i kontrollgruppen ble ikke eksponert for noen nevneverdig endring av deres opprinnelige treningsprogram. De fleste av utøverne hadde benyttet lignende treningsprogram som er skissert i denne studien i 1 -2 sesonger tidligere. I så måte var nok kontrollgruppen en noe bedre trent gruppe enn treningsgruppen allerede før intervensjonen. Det interessante er likevel at treningsgruppen passerte faktisk kontrollgruppen i gjennomsnittlig målt svinghastighet ved posttesten! Det ble viktig å påse at testpersonene både i kontroll og treningsgruppen ikke ble eksponert for veldig ulikt opplegg med tanke på golfteknisk trening. Det er helt innlysende at en markant forbedring i teknikk vil

kunne påvirke svinghastigheten mye. Derfor er det gunstig at treningsintervensjonen og pre- og posttestene ble unnagjort i golfspillernes ”off- season”. Verken kontroll- eller treningsgruppen hadde noe organisert teknikktraining i denne perioden. Det skal legges til at kontrollgruppen dog hadde noe mer golfteknikk trening (uorganisert) mot slutten av intervensjonen. Det er vanskelig å avgjøre om det er denne treningen eller deres styrketreningsopplegg som har gitt fremgang på ≈ 1 % på målt svinghastighet. Det er lite som tyder på at utøverne har hatt en læringseffekt i.f.t testmetoden. Alle utøverne som var med i denne studien er rutinerte golfspillere og deres teknikk endres nok ikke nevneverdig uten at de gjennomgår en lengre periode med systematisk trening. Reliabilitetstesten som er illustrert i resultatkapittelet underbygger denne påstanden, da det var liten/ingen endring i svinghastighet målingene fra dag 1 til dag 2. Det var heller ingen signifikant forskjell fra første til siste gjennomførte golfslag, verken på testdag 1 eller på testdag 2. Det var riktignok 3 uker mellom disse målingene, men det ble kontrollert for at disse utøverne ikke drev med teknikktraining i golf eller annen ny trening. Dersom testpersonene hadde blitt forklart i detalj hva hensikten med denne testen hadde vært ville dette også kanskje ha påvirket resultatene. De fikk derfor kun info om *hvordan* testen skulle gjennomføres, men ikke *hvorfor*.

5.4 Kjernestabilitetstreningen

Det er mye som tyder på at treningsgruppen fikk forbedret svinghastighet som følge av deres stabilitetstrening. Det som derimot er vanskeligere å konkludere med er hvilke øvelser som har gitt best effekt. En god golfsving oppnåes ved en jevn kraftutvikling gjennom hele kroppen, det blir derfor viktig å styrke hele muskelapparatet som aktiveres ved utførelsen av en golfsving. Målet med treningsøvelsene var derfor å stimulere leddnær og stabiliserende muskulatur ved et variert utvalg av øvelser og det var ikke noe mål i seg selv å konkludere hvilke øvelser som ga best effekt. Det er nærliggende å tro at det er kombinasjonen av de ulike øvelsene som har gitt positive resultater i form av økt svinghastighet. Det ble også gjennomført en enkel ”styrketest” på noen utvalgte treningsøvelser. Her så vi store forbedringer fra pretest til posttest. På den måten har utøverne blitt funksjonelt sterkere, men det er vanskeligere å konkludere om de har oppnådd økt muskelstyrke. På de fem utvalgte testøvelsene oppnådde utøverne en forbedring fra 30 og opp til 55 %. Det er da nærliggende å tro at det er en sammenheng mellom denne kraftige forbedringen på treningsøvelsene og den signifikante økningen på utøvernes svinghastighet. Nyere forskning har antydnet at balanse- og stabilitetstrening kan ha effekt på muskelstyrke. Studier har vist at slik trening ikke bare har

en positiv innvirkning i forhold til balanse, men gir positive utslag også i form av økt muskelstyrke, (27, 28 og 29). Forskeren Heitkamp mente at den økte muskelstyrken kunne tilskrives en forbedring i intra- og intermuskulær koordinasjon, altså en forbedret rekruttering av muskelfiber fremfor muskulær hypertrofi, (28). SET trening kan ha vært medvirkende til en økt lumbopelvic rotasjonsstabilitet og styrke. Dette er sannsynlig da vi ser stor fremgang i utførelsen av treningsøvelsene. Deltakerne i treningsgruppen var også i stand til å utføre de mer avanserte øvelsene på slutten av intervensjonen dette kan også tyde på økt styrke og stabilitet. Disse resultatene underbygges av lignende forskning, men hvor testpersonene var håndballspillere (64). Hvis en tar utgangspunkt i disse forskningsfunnene er det også nærliggende å tro at treningsøvelsene i denne studien har utfordret og belastet det nevro-muskulære system på en slik måte at den funksjonelle muskelstyrken har økt. Denne forbedringen kan igjen forklare den signifikante økningen av svinghastighet fra pre- til posttest. Det er likevel noe vanskelig å avgjøre om treningsgruppen har fått en økt core stabilitet og styrke eller om de har fått en forbedret nevro-muskulær koordinasjon av kjernemuskulatur.

5.5 Balanse

Balansetestene i denne studien ble utført på ”Good balance” balanseplattform. Dette utstyret ble valgt med ønske om å teste balanse så nøyaktig og objektivt som mulig. Måleutstyret gir mulighet for å få frem en rekke ulike variabler. Jeg har valgt å bruke hastighetsmomentet til sentertrykkpunktet målt i mm^2/s . Denne måleenheten ble valgt fordi vi mente den ga størst mulighet til å fange opp små variasjoner i prestasjonen. Det ble dermed enklere å skille personer i en homogen gruppe fra hverandre i større grad enn ved bruk av andre måleenheter. En slik statistisk test stiller noe ulike krav til balansen i forhold til hva en utøver møter i en reell idrettsituasjon. I en stabil golfsving er det viktig med både gode statiske og dynamiske balanseferdigheter. Forskning antyder at de beste golfspillerne (≤ 0 i handicap) har signifikant bedre balanse enn de mindre gode spillerne (mer enn 15 i handicap). Forskningen jeg viser til her utførte testing av balanse på ett ben med åpne øyne (slik vi utførte testene i denne studien), (63). Blir det da likevel riktig å forvente at bedret statistisk balanse er ensbetydende med bedret dynamisk balanse? Forskning viser en klar tendens til at toppidrettsutøvere som gjør det bra på statiske tester også scorer bra på dynamiske balansetester (5, 10, 11, 24,55 og 62). I tillegg viser McGuine med flere (48) at det er en sammenheng mellom dårlig statistisk balanse og økt risiko for ankelskader i idrett. Disse

eksemplene indikerer at det er en sammenheng mellom prestasjoner i en statisk balansetest og prestasjoner i en dynamisk kontekst. Men det trengs flere studier som tar for seg denne problematikken. Hovedgrunnen til at vi valgte en statisk balansetest har sin bakgrunn i treningsgruppens karakteristikk, oppgavens problemstilling og det at denne type tester er lette å standardisere. Det finnes heller ingen gode, dynamiske balansetester som er tilstrekkelig valide og reliable (2 og 14).

Ved balansetestene ble det ikke avdekket noen signifikant forbedring fra pre- til posttest. Det bør likevel nevnes at både kontrollgruppen og treningsgruppen oppnådde en forbedring som kanskje vil være betydningsfull i en idrettssammenheng, men er altså ikke statistisk signifikant. Treningsgruppen fikk en forbedring på hele 19,4 % ved ett bens test på høyre ben med øynene åpne. På tilsvarende test oppnådde kontrollgruppen en forbedring på 10,3 %. Årsaken til at denne tilsynelatende store forbedringen av resultat ikke er signifikant er pga det store standardavviket. På høyrebein testen er det likevel en tendens til at treningsgruppen forbedret seg mer enn kontrollgruppen. En skulle da kanskje forvente å se samme tendens ved venstrebein testen, men det er faktisk ikke tilfelle her. På denne testen oppnår treningsgruppen en forbedring på 2,3 % mens kontrollgruppen forbedrer sine resultat med 5,3 %. Ingen av disse resultatforbedringene var statistisk signifikant. Har stabilitetstreningen da ikke gitt noe forbedring av treningsgruppens statiske balanse? Resultatene ser ut til å antyde dette, men det er nok testmetoden som ble benyttet i denne studien som svikter litt. Alle balansetestene ble gjennomført med åpne øyne for å skape likhet mellom testsituasjon og idrettsspesifikk situasjon. Tanken var altså at testsituasjonen skulle ligne mest mulig på situasjonen som golfspillerne har ved oppstilling og gjennomføring av et golfslag. Det er essensielt å holde hodet stille og fokusere på golfballen for at et godt golfslag skal kunne utføres.

Konsekvensen av å teste balanse med åpne øyne er at en ikke utfordrer balanseapparatet like mye som ved lukkede øyne. Det er i så måte godt mulig at ved testing av samme utøvere, men da gjennomført testen med lukkede øyne ville vi fått litt andre resultater. Stabilitetstreningen hadde som hensikt å styrke leddnær og lokal muskulatur og den funksjonelle testen antyder en betraktelig forbedring av funksjonell styrke. Vi fikk derimot ikke helt de resultatene som var forventet på balansetestingen. Jeg tror hovedårsaken til dette er at testsituasjonen ikke utfordrer balanseapparatet tilstrekkelig og vi dermed ikke ser de store utslagene mellom pre- og posttesten. Mer forskning rundt denne problemstillingen er nødvendig for å kunne underbygge denne påstanden.

Det ble også gjennomført balansetest ved en golfstance situasjon. Her fikk vi ingen signifikant endring fra pre- til posttest, verken i treningsgruppen eller i kontrollgruppen. Det var derimot

en statistisk signifikant korrelasjon mellom pretest resultatene og posttest resultatene både i treningsgruppen og kontrollgruppen. Det viste seg at testresultatene i denne situasjonen var svært stabile noe som et lavt standardavvik også viser (gj.snitt std.avik i treningsgr. = 3,95 mm²/s og i kontr.gr = 3,75 mm²/s). Ettersom testen også her ble gjennomført med åpne øyne blir balanseapparatet utfordret i for liten grad til at vi kan detektere noen endring som følge av treningsintervensjonen.

6.0 Konklusjon

Det ser ut til at en tilrettelagt Sling exercise Therapy (SET) trening er en effektiv treningsmetode som gir forbedret stabilitet i kjernemuskulatur. Dette gir igjen en forbedret funksjonell styrke som fører til en betydningsfull forbedring i golfprestasjon. En økning på $\approx 4\%$ i svinghastighet er en solid prestasjonsforbedring mye også pga den store stabiliteten som kommer frem ved reliabilitetstesting. En slik endring i svinghastighet vil en kunne forvente vil gi en betydelig økt slaglengde på golfbanen. En økning på 4% tilsvarer her en økning på gjennomsnittlig ca 2 m/s i svinghastighet. Dette vil kunne resultere i en økt slaglengde med 8 - 10 m (ref., se teorikapittel, fig. 2). Spilleren i treningsgruppen som forbedret seg mest i denne studien hadde en $\approx 6\%$ økning som da ville kunne bety en økt slaglengde på ca 15m!

Vi lykkes ikke med å avdekke om det er noen sammenheng mellom stabilitetstrening og forbedret statisk balanse. På dette område inspirerer denne studien til mer forskning hvor en muligens må bruke andre testmetoder enn det som ble benyttet her. Det ser likevel ut til at stabilitetstreningen fører til betydelig økt funksjonell styrke. Det er fremdeles litt vanskelig å avgjøre akkurat hvilke fysiologiske endringer som gir disse resultatene. Den store fremgangen på treningsøvelsene og den økte kallehodehastigheten kan nok forklares ved at utøverne har oppnådd en bedret proprioepsjon, forbedret muskelrekruttering fra segment tilsegment og dermed en styrking av kjernemuskulaturen. Andre studier som har sett på effekten av fysisk trening og prestasjon i golf har normalt sett benyttet seg av prinsipper innen maksimal styrketrening, eksplosiv styrketrening og bevegelighet (1, 16 og 44). Disse studiene har også påvist signifikant forbedring av golfprestasjon som følge av treningsintervensjonen. I så måte er det vanskelig å vurdere hva som er «best practise» med tanke på fysiske treningsprinsipper for å utvikle golfspilleres prestasjon.

Denne studien vil likevel være en nyttig kilde for trenere og utøvere som ønsker å tilrettelegge for styrke og balansetrening som vil kunne gi forbedret prestasjon for golfspillere.

Treningsøvelsene skal ikke erstatte teknikktrening og fokus på taktiske og mentale elementer ved golf. Øvelsene vil derimot være bra for utøvere som ønsker å bli funksjonelt sterkere og på den måten kunne øke sin svinghastighet. Det ser ut til at stabilitetstreningen her gir en god sammensetning av øvelser hvor utøverne opplever å bli motivert av stor fremgang både på utførelsen av øvelsene, men og motivasjon ved forbedret prestasjon i golf i form av økt svinghastighet.

7.0 Litteraturreferanser

1. Alvarez M, et al. Effects of an 18-Week Strength Training Program on Low-Handicap Golfers' Performance. *J Strength Cond Res.* 2011 Aug 30.
2. Ashton-Miller JA, Wojtys EM, Huston LJ, Fry-Welch D. Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surgery Sports Traumatol Arthrosc* 9: 128-36, 2001.
3. Bergmark A. Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand Suppl. JID 0370353*, 230: 1-54, 1989.
4. Blackburn T., Guskiewicz K.M. Petchauer M.A., Prentice W.E. Balance and joint stability. The relative contribution of proprioception and muscular strength. *Journal of Sports Rehabilitation*, 9: 315-328, 2000.
5. Bulbulian R, Hargan ML The effect of activity history and current activity on static and dynamic postural balance in older adults. *Physiol Behav JID-015150470*: 319-325, 2000.
6. Byll NN, Sinnott PL. Variations in Balance and Body Sway in Middle-Aged Adults – Subjects with Healthy Backs Compared with Subjects with Low-back Dysfunction. *Spine* 16: 325-30, 1991.
7. Cholewicki J, McGill S.M. Mechanical stability of the in vivo lumbar spine. Implication for injury and low back pain. *Clin Biomech*, 11: 1-15, 1996.
8. Cosio-Lima L.M. et al. Effects of physioball and conventional floor exercise on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women. *J Strength Cond Res*, 17: 721-725, 2003.
9. Cresswell A.G, Grundstrøm H., Thorstensson A. Observations on intra-abdominal pressure and patterns of abdominal intra-muscular activity in men. *Acta Physiol Scand. JID 0370362*, 144: 409-418 1992.
10. Crotts D, Thompson B, Nahom M, Ryan S, Newton RA. Balance abilities of professional dancer's en select balance tests. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 23: 12-7, 1996.
11. Davlin CD. Dynamic balance in high-level athletes. *Perceptual and Motor Skills* 98: 1171-6, 2004.
12. Delavier F. *Strength Training Anatomy*. Paris, 1998, Editions Vigot.

13. Ekdal C, Jarnol GB, Andersson SI. Standing Balance in Healthy-Subjects – Evaluation of A Quantitative Test Battery on A Force Platform. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 21: 187-95, 1989.
14. Emery CA. Is there a clinical standing balance measurement appropriate for use in sports medicine? A review of the literature. *Journal of Science and Medicine in Sport* 6: 492-504, 2003.
15. Fleck S., Kraemer W. Designing resistance training programs. Champaign IL, Human Kinetics, 1997, 2nd edition
16. Fletcher I.M., Hartwell M., Effect of an 8 week combined weights and plyometrics training program on golf drive performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (1): 59 – 62, 2004.
17. Floyd T.L. Digital Fundamentals, ISBN 0-13-085268-6, 7th edition, 1, 2000.
18. Fradkin AJ, et al. How well does club head speed correlate with golf handicaps? *J Sci Med Sport*. 2004 Dec;7(4):465-72. School of Health Sciences, Deakin University, Victoria, Australia.
19. Fransson PÅ, Tjernsrøm F, Hafstrøm A, Magnusson M, Johansson R. Analysis of short- and long-term effects of adaptation in human postural control. *Biological Cybernetics* 86: 355-65, 2002.
20. Ghez C. The control of movement. *Principle of Neural Science*. Kandell E.R, Schwartz J.H, Jessel T.M., eds. New York, Elsevier Science, , 533-547, 1991.
21. Giancoli D.L. Physics, Principles with applications, ISBN 0-13-183468-1, 4th edition, 2, 1995.
22. Gordon BS, Moir GL, Davis SE, Witmer CA, Cummings DM. An investigation into the relationship of flexibility, power, and strength to club head speed in male golfers. *J Strength Cond Res*. 23(5):1606-10, 2009 Aug.
23. Groppell J.L. High tech tennis. Champ IL, Human Kinetics, 1992.
24. Hahn T, Foldspang A, Vestergaard E, Ingemann-Hansen T. One-leg standing balance and sports activity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 9: 15-8, 1999.
25. Harter RA. Clinical rationale for closed kinetic chain activities in functional testing and rehabilitation. *J Sport Rehab*, 5: 13-24, 1996.
26. Hasan Z., Stuart D.G. Animal solutions to problems of movement control. The role of proprioceptors. *Annu Rev Neurosci*. JID 7804039, 1988, 11: 199-223.

27. Heitkamp HC, Fleck M, Horstmann T, Mayer F, Weller J, Dickhuth HH. Balance training in male and female jodukas. *Isokinetics and exercise science*, 10: 64, 2002.
28. Heitkamp HC, Horstmann T, Mayer F, Weller J, Dickhuth HH. Balance training in men and women. Effect on knee extensors and flexors. *Isokinetics and exercise science*. 9: 41-44, 2001.
29. Heitkamp HC, Horstmann T, Mayer F, Weller J, Dickhuth HH. Gain in strength and muscular balance after balance training. *Int J Sports Med*, JID 8008349, 22: 285-290, 2001
30. Hellström J. Competitive elite golf: a review of the relationships between playing results, technique and physique. *Sports Med*. 39(9):723-41, 2009.
31. Hetu F., Faigenbaum A. Conditioning for golf: guidelines for safe and effective training. *Strength and Conditioning*, 18, 1996.
32. Hides J.A., Jull G.A., Richardson C.A. Long-term effects of specific stabilizing exercises for first episode low back pain. *SPINE*, JID 7610646, 26: E243-E248, 2001.
33. Hodges P.W., Richardson C.A. Contraction of the abdominal muscles associate with movement of the lower limb. *Phys Ther*, JID 0022623, 1997, 77: 132-142.
34. Hodges P.W., Richardson C.A. Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *J Spinal Disord*, JID 8904842, 11: 46-56, 1998.
35. Hodges P.W., Richardson C.A. Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Exp Brain Res*, JID 0043312, 114: 362-370, 1997.
36. Hodges P.W., Richardson C.A. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *SPINE*, JID 7610646, 21: 2640-2650, 1996.
37. Hoff J, Helgerud J, Wisloff U. Maximal strength training improves work economy in trained female cross-country skiers. *Med Sci Sports Exerc*, JID 8005433, 31: 870-877, 1999.
38. Kaigle A.M., Holm S.H., Hansson T.H. Experimental instability in the lumbar spine. *SPINE*, JID 7610646, 20: 421-430, 1995.
39. Keogh JW, et al. Are anthropometric, flexibility, muscular strength, and endurance variables related to clubhead velocity in low- and high-handicap golfers? *J Strength Cond Res*. Sep;23(6):1841-50, 2009.

40. Kibler W.B. Klinical biomechanics of the elbow in tennis. Implications for evaluation and diagnosis. *Med Sci Sports Exerc*, JID 8005433, 26: 12031206, 1994.
41. Kibler W.B. Shoulder rehabilitation. Principles and practise. *Med Sports Exerc*, JID 800543330: S40-S50, 1998.
42. Kirkesola G. Sling Exercise Therapy, S-E-T. Et konsept for aktiv behandling og trening ved lidelser i muskel-skjelleapparatet. *Fysioterapeuten*, 12: 9-16, 2003.
43. Lennon H.M. Physiological profiling and physical conditioning for elite golfers. *Second World Scientific Golf Congress*, 1996.
44. Lephart SM, et al. An eight-week golf-specific exercise program improves physical characteristics, swing mechanics, and golf performance in recreational golfers. *J Strength Cond Res*. Aug;21(3):860-9, 2007.
45. Lephart SM, Henry TJ. Proprioception and Neuromuscular Control in joint stability. *Human Kinetics*, 405-413, 2000.
46. Marshall R.N., Wood G.A. Movement expectation and simulation. Interactions in dropp unt kicking. *Biomechanics, the 1984 Olympic Scientific Congress Proceedings*. Adrian M., Duetch H., eds, Eugene or Microform, 111-118, 1986.
47. Mattacola C.G., Lloid J.W. Effects of a 6-week strength and proprioception training program on measures of dynamic balance. A single case design. *Journal of Athletic Training*, 32: 127-135, 1997.
48. McGuine TA, Green JJ, Best T, Leverson G. Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clinical Journal of Sports Medicine* 10: 239-44, 2000.
49. Myers J, et al. The role of upper torso and pelvis rotation in driving performance during the golf swing. *J Sports Sci*. Jan 15;26(2):181-8, 2008.
50. Newton R.U, et. al. Kinematics, kinetics and muscle activation during explosive upper body movements. *J. Appl., Biomech*, 12: 31 – 43, 1996.
51. Nordahl SHG, Aasen T, Dyrkorn BM, Eidsvik S, Molvaer OI. Static stabilometry and repeated testing in a normal population. *Aviation Space and Environmental Medicine* 71:8889-93, 2000.
52. O'Sullivan P.B., Phytty G.D., TwomeyL.T., Allison G.T. Evaluation of specific stabilazing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *SPINE*, JID 7610646, 22: 2959-2967, 1997
53. O'Sullivan P.B., Twomey L.T., Allison G.T. Dynamic stabilization of the lumbar spine. *Critical reviews in physical and rehabilitation*. 9: 315-330, 2003.

54. Pedersen JJ. Utprøving av balanse- og skuddtester. 2004.
55. Perrin P, Perrin C, Courant P, Bene MC, Durupt D Posture in basketball players. *Acta Otorhinolaryngol Belg* JID-037305745: 341-347, 1991.
56. Richardson C.A. General considerations in motor control and joint stabilization. The basis of assesment and exercise techniques. *Therapautic Exercise for spinal segmental stabilization in low back*. Anonymous Edinburgh. Churchill Livingston, 76-91, 1999.
57. Riemann BL, Guskiewicz KM, Shields EW. Relationship between clinical and force plate measures of postural stability. *Journal of Sport Rehabilitation* 8: 81-82, 1999.
58. Riemann BL, Myers JB, Lephart SM. Sensorimotor system measurement techniques. *Journal of Athletic Training* 37: 85 - 98, 2002.
59. Rogind H, Lykkegaard JJ, Bliddal H, Danneskiold-Samsøe B. Postural sway in normal subjects aged 20-70 years. *Clinical Physiology and Functional Imaging* 23: 171-6, 2003.
60. Rougier P. The influence of having the eyelids open or closed on undisturbed postural control. *Neuroscience Research* 47: 73-83, 2003.
61. Sapsford R.R., Hodges P.W., Richardson C.A., Cooper D.H., Markwell S.J., Jull G.A. Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. *Neural Urodyn*, JID 8303326, 20: 31-42, 1993.
62. Schmit JM, Regis DI, Riley MA. Dynamic patterns of postural sway in ballet dancers and track athletes. *Experimental Brain Research* 10: 221-4, 2005.
63. Sell TC, et al. Strength, flexibility, and balance characteristics of highly proficient golfers. *J Strength Cond Res*. Nov;21(4):1166-71, 2007.
64. Saeterbakken AH, et al. Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *J Strength Cond Res*. Mar;25(3):712-8, 2011.
65. Tarrant M.L. How to improve Proprioception. *Idea Health and Fitness Source*, 31-37, 2003.
66. Thompson CJ, et al. Functional training improves club head speed and functional fitness in older golfers. *J Strength Cond Res*. Feb;21(1):131-7, 2007.
67. Wells GD, et al. Physiological correlates of golf performance. *J Strength Cond Res*. May;23(3):741-50, 2009.
68. Wilke H.J., Wolf S., Claes L.E., Arand M., Wiesend A. Stability increase of the lumbar spine with different muscle groups. A biomechanical in vitro study. *SPINE*, JID 7610646, 20: 192-198, 1995.