



BIOMEDICIN - INRIKTNING FYSISK TRÄNING 180hp

EXAMMENSARBETE



Effekter av funktionell träning och medicinbollkast för att optimera kinematic sequence och x-factor stretch i golfsvingen

Andreas Mygh Thorén

Examensarbete/Kandidatuppsats
15hp

Halmstad 2012-12-08

Sammanfattning

Intresset för funktionell styrketräning inom golf har vuxit det senaste decenniet och man försöker hela tiden hitta träningsstrategier för att förbättra de biomekaniska aspekterna i svingen. En proximal till distal sekvensordning, rörelsekedjan, i nersvingen innebär att vridmomenten i de proximala segmenten överförs till de distala för att skapa en effektiv energi – och kraftöverföring vid bollträffen. X-faktor en annan biomekanisk faktor vilket är värdet på separationen mellan höftens och överkroppens rotationer mellan toppen av baksvingen och början av nersvingen. Nyliga studier har påvisat ett samband mellan svinghastighet, slaglängd, precision och rörelsekedjan och x-faktor. Man har däremot inte hittat beprövade träningsstrategier för att förbättra dessa aspekter. Studiens syfte var att undersöka om funktionell träning och medicinbollskast i tio veckor hos sex manliga elitamatörer kunde optimera en mer effektiv rörelsekedja och samtidigt öka x-factor stretch i golfsvingen. Medicinbollkastet innefattade att explosivt kasta ner mot den tänkta bollplaceringen och den funktionella träningen fokuserade bland annat på dynamisk stretch i brösttryggen samt på höft – och bålstabilitet. Test-data för peak timing pre-impact, peak speed, acceleration och deceleration i höft, bål, armar och klubba samt data för x-faktor stretch samlades in via TPI 3D. Data analyserades genom medelvärden, standardavvikelse samt beroende t-test. Resultaten påvisade signifikanta förbättringar i rörelsekedjan gällande klubbans och höftens timing i förhållande till bollträffen samt i x-faktor stretch. Dock påvisades en försämring gällande den proximala till distala segmentordningen i rörelsekedjan. Ökningar påvisades även i peak speed, accelerationen och stabiliteten inom gruppen. Individuella och signifikanta skillnader kunde även ses gällande timing, peak speed, acceleration samt deceleration. Det påvisades intressanta frågeställningar och vissa klara tendenser som kan ligga till grund för framtida studier.

Abstract

The interest for functional strength training in golf has grown the last decade and scientists are always trying to find training strategies to improve the biomechanical aspects of the swing. Kinematic sequence contains a proximal-to-distal sequence order towards impact, and an effective kinematic sequence in the down swing begins with a rotation in the pelvis and follows by an activation in thorax, arms and club in the respective order. The rotational torques in the proximal segments wanders through the body and to the more distal segments to create an effective energy – and power transfer at impact. The x-factor stretch is the separation between the rotation in the pelvis and the thorax at the top of the back swing and at the beginning of the down swing. The kinematic sequence and x-factor stretch have been examined in recent studies and have established a correlation with club head speed, driving distance and accuracy. Although, studies have not found reliable training strategies for improving these aspects. The objectives of the study was to investigate if functional strength training and golf specific medicine ball throws for ten weeks could optimize a more effective kinematic sequence and increase the x-factor stretch among six elite amateur golfers. The medicine ball throw was performed by throwing the ball towards a visual ball placement on the ground and with an emphasis on power, and the functional strength training focused on dynamic stretching in thoracic spine and on pelvic – and core stability. The biomechanical data was collected by TPI 3D and were analyzed through mean values, standard deviations and student's t-tests. The results showed significant improvements in the peak timing pre-impact of the club and in the pelvis, and also in the x-factor stretch. Improvements did also appear in peak speeds, acceleration and consistency within the group. Individual and significant differences could also be seen regarding timing, peak speed, acceleration, deceleration and angular speed gain between the segments. The study detected some distinct tendencies that could serve as a base for future studies.

Innehållsförteckning

1. INTRODUKTION.....	5
1.1 BAKGRUND.....	5
1.1.1 FUNKTIONELL TRÄNING.....	5
1.1.2 RÖRELSEKEDJAN	6
1.1.3 TIMING.....	6
1.1.4 ACCELERATION OCH DECELERATION.....	7
1.1.5 X-FACTOR.....	7
1.1.6 TRÄNINGSTRATEGIER.....	8
1.1.7 KASTTEKNIK	8
1.2 SYFTE, FRÅGESTÄLLNINGAR OCH HYPOTES.....	9
2. METOD.....	9
3. RESULTAT.....	10
4. DISKUSSION.....	12
4.1 RESULTATDISKUSSION.....	12
4.2 METODDISKUSSION.....	14
5. FRAMTIDA FORSKNING.....	15
6. SLUTSATS.....	15
7. REFERENSER	16
8. BILAGOR.....	18
8.1 INDIVIDUELLA RESULTAT.....	18
8.2 FUNKTIONELLA ÖVNINGAR.....	22

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

1.1.1 Funktionell träning

Forskningsområdet inom golf är väldigt stort och man försöker hela tiden få fram kunskap om hur man ska kunna optimera golfsvingen. Golfsvingen är en av den mest komplexa rörelsen som utförs inom idrott och många aspekter påverkar svingen. Rörlighet, stabilitet, balans och explosivitet är några aspekter som hela tiden tas upp när det handlar om att utveckla spelares golfspel. God rörlighet är viktigt för att uppnå fullt rörelseomfång och för att kunna skapa goda förutsättningar för teknikträning och ökad klubbhastighet. Det är framför allt förmågan att behålla mjuka och konsekventa vridmoment under rörelseomfånget som fastställer klubbhastigheten (1). Att svinga hårdare har visats ha relativt liten effekt på klubbhastigheten, men genom att öka rörelseomfånget kan hastigheten öka under förutsättning att spelaren har tillräcklig muskulär styrka och kraft. Därför har det föreslagits att träningsprogram för golfspelare ska innehålla flexibilitet och styrketräning med power (2). Muskulär stabilitet runt alla leder, i bål och höft behövs för att kunna skapa effektiva vridmoment. Bra balans krävs för att kunna generera optimal kraft och för att kunna utnyttja ground-reaction force, vilket är den kraft som marken utövar på kroppen under svingen. Detta är sedan viktig för att skapa det vridmoment som behövs för viktörflyttningen och höftrotationen i nersvingen (3).

Under det senaste decenniet har man förstått vikten av att fokusera på den fysiska aspekten för att kunna optimera en bättre biomekanik i svingen. Professionella spelare börjar nu förstå vikten med fysisk träning och ser möjligheter att utveckla sitt golfspel genom fysisk träning. Flera studier har påvisat att en förbättrad rörlighet, stabilitet, balans och styrka kan påverka svingen i en positiv riktning (4,5). Flera studier har också hittat tydliga samband mellan fysiska tester och vanliga tekniska brister i svingen (5). Utan fysiska begränsningar och med bättre funktionella förutsättningar finns möjlighet att utöva en bättre teknikträning och på lång sikt kunna utvecklas till bättre golfspelare.

1.1.2 Rörelsekedjan

Rörelsekedjan i golfsvingen är en biomekanisk aspekt som sägs bidra med en mer effektiv kraftutvinning och ha en stor påverkan på svinghastigheten. En effektiv rörelsekedja genererar kraft proximalt till de mer distala segmenten i kroppen. Kraft genereras från kroppssegmenten

närmast marken som sedan ”vandrar” genom kroppen och ända ut till klubbhuvudet (6). Typiskt för en sådan rörelsestrategi är också att de proximala segmenten börjar att sakta ner sin hastighet innan de distala segmenten har nått sin maximala hastighet (7,8). Att använda en sådan rörelsestrategi vid fulla och kortare slag har visats vara viktigt utifrån ett mekaniskt perspektiv och kan bidra med både högre klubbhastighet och precision (9). Om rörelsekedjan är hämmad påbörjas rörelsen i ett annat segment, kraftutvinningen blir därmed lägre och kraftiga kompensationer förekommer. En effektiv rörelsekedja bidrar däremot till en större och mer kontrollerad klubbhastighet och kan därmed påverka både slaglängd och eventuellt bollflykt i en positiv riktning (3). Professionella spelare har en betydligt mer kontrollerad rörelsekedja än vad amatörer har och når även den högsta hastigheten i nersvingen precis innan bollträffen. När man ska identifiera effektiviteten av en rörelsekedja måste man identifiera segmentordningen, alltså när de individuella segmenten når sin maximala hastighet under nersvingen (bild 1).

1.1.3 Timing

Förutom den segmentala ordningen så är timingen otroligt viktig i en effektiv rörelsekedja. När varje kroppssegment når sin maximala hastighet i förhållande till bollträffen och tidsförhållandet mellan segmenten är viktiga faktorer. En optimal energiöverföring behöver inte inträffa trots att segmentordningen är korrekt. T. ex. om höften når sin maximala hastighet långt innan eller precis innan bålen ska nå sin (10). På samma sätt kan klubbans maximala hastighet ha bättre eller sämre timing i förhållande till bollträffen. En effektiv timing i klubbans maximala hastighet sker exakt vid bollträffen.

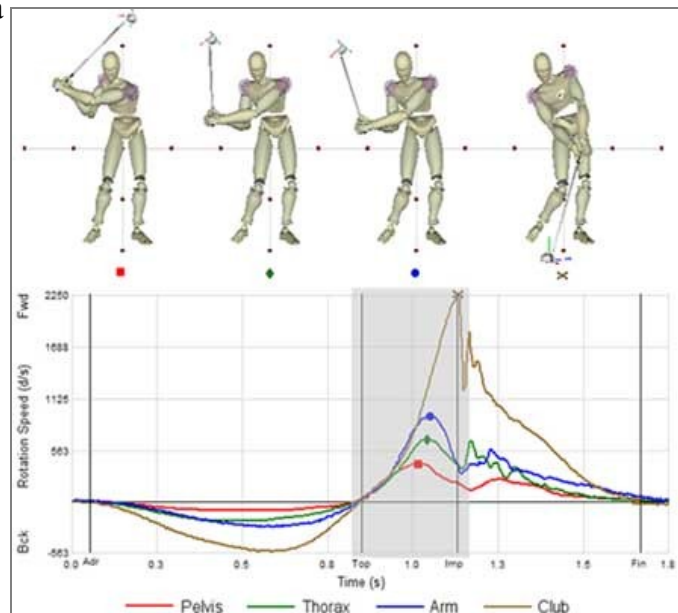


Bild 1. En optimal rörelsekedja och förhållande mellan rotationshastigheter och tid. Det gråa området visar segmentens samverkan mellan toppen av baksvingen och bollträffen. De färgade prickarna visar de maximala hastigheterna i varje enskilt segment.

1.1.4 Acceleration och deceleration

Förutom att titta på segmentordningen och timingen så måste man även utvärdera hur de maximala hastighetstopparna ser ut, vilket identifierar accelerationer och decelerationer i

varje kroppssegment. För att kunna skapa en större kraftöverföring borde accelerationen och decelerationen ha större värden (10). Om decelerationen (inbromsningen) är större precis efter den maximala hastigheten så skapas bättre förutsättningar för att öka accelerationen i det nästkommande kroppssegmentet. Accelerationen och decelerationen av de segmentella hastigheterna är alltså viktiga faktorer som bestämmer den maximala klubbhastigheten vid bollträffen (11).

1.1.5 X-factor

Nyligen har en studie fokuserat på rotationer i det transversala planet i höft och överkropp och deras förhållande till golfprestation (9). Sambandet mellan höft – och axelrotationen tros resultera i större vridmoment som appliceras till klubban innan bollträffen (2). Man har också påvisat vikten med att skapa en optimal x-faktor, vilket är separationen mellan övre och nedre extremitet i toppen av baksvingen (bild 2).

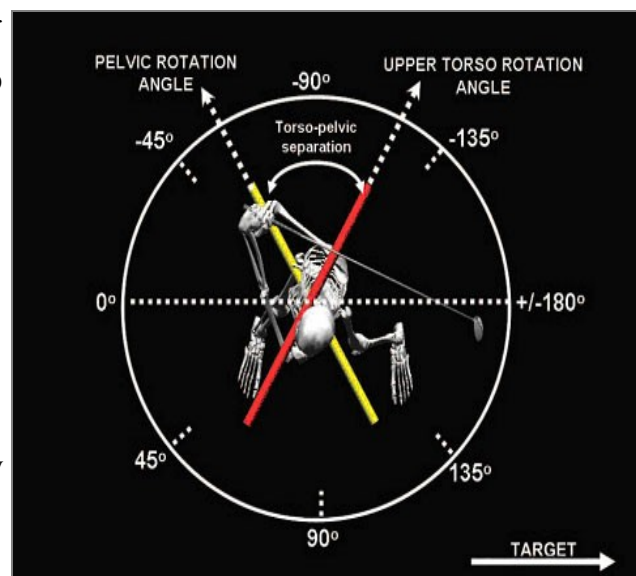


Bild 2. En anatomisk modell sedd ovanifrån vid toppen av baksvingen. Bilden visar förhållandet och separationen mellan höft (gul) och bål (röd). Gradantalet är värdet på x-faktorn.

Under baksvingen resulterar separationen mellan bålen och höft i en stretch av den

aktiverade bålmuskulaturen. Denna x-faktor stretch som uppstår i bålen under baksvingen liknar den stretch-shortening cycle som aktiveras i benmuskulaturen vid t.ex. explosiva hopp. Först sker det en aktiv stretch och en eccentric kontraktion som sedan följs av en omedelbar förkortning och en koncentrisk kontraktion av muskeln. Denna aktiverande muskulatur spelar en stor roll för att kunna generera en hög klubbhastighet under nersvingen (12). Resultat visar även att långslående spelare tenderar att ha en större x-faktor och därför bör spelare initialt öka denna separation i starten av nersvingen för att öka spänningen vid toppen av svingen (13). En hypotes säger att en effektiv separation och x-faktor skapas genom att höften startar nersvingen medan bålen fortsätter att rotera i motsatt riktning. Det sägs också att kombinationen av en ohämmad rörlighet i brösttryggen och ett mer stabilt bäcken tillåter golfare att öka x-faktor stretchen och att generera mer kraft vid bollträffen (12).

1.1.6 Träningsstrategier

De studier som har gjorts inom området har förklarat förbättringar i rörelsekedjan genom motorinlärningseffekter. Studier säger att specifika styrkeövningar som utgår ifrån golfsvingens rörelsemönster kan förbättra sekvensmönstret i höft, bål, skulderblad och armar, vilket kan resultera i en mer effektiv kraftöverföring (4). De använda strategierna har oftast bestått av olika typer av plyometriska övningar, medicinbollskast och dragövningar i kabelmaskiner (14). En studie kombinerade styrketräning och plyometrisk träning i form av medicinbollkast under 8 veckor. Resultaten visade signifikanta öknings i klubbhastighet och slaglängd med driver och författarna föreslog att plyometrisk träning med medicinbollkast medförde att samverkan mellan segmentens hastigheter blev mer koordinerade samtidigt som de maximala rotationshastigheterna och accelerationerna ökade i nersvingen (14).

1.1.7 Kastteknik

Utförandet är en viktig aspekt som måste belysas för att övningen ska förbättra rörelsekedjan. I grova drag så bör strategin för medicinbollkast utföras genom att kasta utifrån en stabil grund från ben och höft och en större aktivitet i bål och armar (14). För att utveckla en effektiv rörelsekedja borde vridmoment initialt skapas från den proximala muskulaturen i bål och höft. Detta kommer att skapa en dynamisk grund för de kommande rotationerna i de distala lederna. Detta grundas på att vridmoment kan genereras med mer kontroll med en starkare proximal muskel än en svagare distal muskel (9). Faktum är att elitgolfare producerar mer kraft i höft och bål tidigare i nersvingen jämfört med amatörgolfare. Det har visats att en signifikant ökning av överkroppens vridmoment leder till en total ökning av hastigheten i nersvingen (15). Man har även visat att förmågan att utveckla maximala krafter beror på arm- och handledsstyrka, där armarna är allra viktigast för att producera power (1).

Till sist står det idag klart att styrka och power har ett starkt samband med klubbhastighet, vilket kan leda till längre slaglängd och en högre bollflykt (3). Det finns också ett samband mellan bålens maxkraft och svinghastigheten samtidigt som att det också har bevisats att bålen har en stor roll för att stabilisera, kontrollera maximal power och skapa kontinuitet i golfsvingen (1). Därför borde det vara essentiellt att träna explosivt för att förändra svinghastigheten och därmed öka hastigheten i utförandet. Studier som har undersökt förhållandet mellan styrketräning och golfprestation har hänvisats öknings till en förbättring i

den neuromuskulära funktionen (12). Därför gäller det att hitta en kombination mellan timing och power vid utförandet av kasten för att stimulera den neuromuskulära funktionen.

1.2 Syfte, frågeställningar och hypotes

Syftet med studien var att undersöka om funktionell träning med medicinbollskast i tio veckor hos sex manliga elitamatörer kunde optimera rörelsekedjan och samtidigt öka x-factor stretchen i golfsvingen.

- Kan funktionell träning bidra till en ökning i x-factor?
- Är medicinbollskast en lämplig träningsstrategi för att utveckla en bättre proximal till distal sekvensordning?

Studiens hypotes var att en signifikant förbättring i rörelsekedjan kommer att påvisas efter 10 veckors funktionell träning med medicinbollskast.

2. Metod

Spelarna bestod av sex manliga elitamatörer som studerar på Aspero Idrottsgymnasium i Halmstad. Alla har minst ett års erfarenhet av gymträning och tävlar på nationell nivå. Kön är valt efter lokal tillgänglighet och ingen kontrollgrupp användes i studien på grund av resursbegränsningar. Spelarna godkände sitt deltagande och användande av data genom att fylla i ett formulär innan studiens början.

Vid studiens början genomfördes en 3D-analys av samtliga spelares svingar genom TPI 3D. Detta är ett kraftfullt tredimensionellt rörelseanalyssystem som analyserar en golfspelares sving utifrån ett biomekaniskt perspektiv. Palpation görs av spelarnas anatomiska landmärken och därefter fäster man sensorer på spelaren för att ge systemet information om kroppens segment i programmets koordinationssystem. Rörelsekedjan analyseras genom att programvaran avläser rotationshastigheterna i höft, bål, arm och klubban. Styrkan med denna metod är att systemet inte blandar ihop de enskilda kroppsegmenten utan ser hur rörelsen ser ut i varje enskilt kroppsegment. Spelarna utförde testet i idrottshallen vid Halmstad Högskola och fick efter tio minuters valfri uppvärmning slå fem golfbollar. Spelarna blev ombudda att

slå ett fullt slag med en järn femma. Samma test genomfördes efter avslutad träningsperiod. Data som analyserades och som nämns i resultatet innefattar följande aspekter i rörelsekedjan och svingens nersving; den segmentala ordningen (peak order), timingen (peak timing pre-impact), peak speed (de maximala rotationshastigheterna), accelerationen, decelerationen samt x-faktor stretch?

I gymanläggningen blev spelarna instruerade att kasta medicinbollen ner i golvet mot den tänkta bollplaceringen. Övningarna utfördes explosivt med maximal hastighet med 20 repetitioner per sida i två set med en minuts vila. Övningen utfördes under 10 veckor med tre träningspass per vecka. Denna övning var ett komplement till deras individuella träningsprogram som fokuserar på funktionell träning för golf. Programmen innefattar bland olympiska skivstångsövningar, balans, stabilitet i bål och höft, allmän överkroppsstyrka samt flexibilitet i brösttrygg (se bilaga). Spelarna fortsatte med sin golfträning ca tre gånger i veckan under studiens gång. Under den inledande träningsveckan blev träningen utförd under uppsyn. Detta skedde för att kontrollera att tekniken blev korrekt och så svingspecifik som möjligt. Direktiv om kastteknik gavs vid första träningsstillfället. Spelarna blev ombad att använda en lätt medicinboll (mellan 3-5 kg) och att svinga med maximal kraft ner i golvet mot den visualiserade bollplaceringen. De ombads också tänka på att svinga utifrån en stabil höft och öka rörelseomfånget i överkroppen, samtidigt som att de skulle tänka på rörelsekedjan och att aktivera höften och bålen.

Statistiska test och Microsoft Excell användes för att undersöka variablernas samband och signifikanta skillnader. Medelvärden och beroende student's t-test med signifikansnivå, $\alpha=0,05$ har använts för att presentera resultatet. Standardavvikelse har även använts för att visa förändringar i precisionen.

3. Resultat

Segmentordningen i rörelsekedjan innan träningsperioden följde den proximala till distala principen (höft-bål-arm-klubba). Efter träningsperioden visar dock resultaten en försämring av segmentordningen (arm-bål-höft-klubba) (tabell 1).

Tabell 1. Visar gruppens medelvärde, standardavvikelse (konsekvens) och p-värde från de uppmätta biomekaniska faktorerna i svingen. Värden visas för höft, bål, armar och klubba hos respektive faktor före och efter träningsperioden.

Signifikant skillnad ($p < 0,05$)

Gruppresultat	Pre-test		Pro-test		p-värde
	Medel	SD	Medel	SD	
Peak timing pre-impact (ms)					
Höft	96	± 33	69	± 13	0,004*
Bål	74	± 12	70	± 12	0,328
Arm	68	± 6	72	± 10	0,135
Klubba	19	± 12	11	± 10	0,004*
Peak speed (d/s)					
Höft	429	± 72	454	± 81	0,73
Bål	720	± 50	733	± 41	0,322
Arm	939	± 36	964	± 53	0,076
Klubba	2019	± 333	2070	± 130	0,509
Acceleration (d/s/s)					
Höft	1981	± 649	1855	± 526	0,485
Bål	3237	± 650	3430	± 526	0,277
Arm	4470	± 722	5081	± 825	0,012*
Klubba	7758	± 1503	8129	± 1337	0,392
Deceleration (d/s/s)					
Höft	2293	± 1742	1929	± 1181	0,423
Bål	3326	± 1370	2915	± 1304	0,314
Arm	6886	± 1116	6660	± 1076	0,498
Klubba	6970	± 2385	6898	± 824	0,893
X-factor (d)					
Vid höft	55	± 7	60	± 6	0,010*
Vid bål	56	± 6	61	± 6	0,019*
Vid Max	56	± 5	62	± 5	0,001*

Trots en försämring i den segmentala ordningen blev peak timing pre-impact vid höft och klubba bättre i förhållande till bollträffen. Timingen i höftens maximala hastighet i förhållande till bollträffen minskade och uppvisade en signifikant förbättring ($p = 0,004$). Höftens minskning i timing gjorde även att värdet hamnade inom riktlinjerna för manliga PGA-tourspelare (enligt TPI 3D). Resultaten visar även att spelarna har blivit mer konsekventa i höftens timing i förhållande till bollträffen ($SD = \pm 33 - \pm 13$). Timingen för den maximala hastigheten i klubban uppkom närmare bollträffen och uppvisade en signifikant skillnad ($p = 0,004$). Trots förbättringen i klubbans timing (19-11 ms) så ligger ändå det genomsnittliga värdet för den maximala hastigheten långt innan bollträffen (0-2 ms)

Peak speed ökade i alla segment på gruppnivå, men ingen signifikant skillnad påvisades. En spelare påvisade dock en minskning i hastighet hos alla segment och två spelare hade signifikanta minskningar i höftens maximala hastighet. De maximala hastigheterna visade sig dock ha blivit mer konsekventa för spelarna gällande klubban ($SD = \pm 333 - \pm 130$).

Hela gruppen påvisade en signifikant ökning i accelerationen av armen ($p = 0,012$). Även bålen och klubban påvisade en mindre ökning i accelerationen. Decelerationen minskade i alla segment men inga signifikanta skillnader påvisades i gruppen efter träningsperioden.

Individuella ökning påvisades hos fyra spelare där en spelare påvisade en ökning i alla segmenten och två spelare fick även signifikanta ökning i bålen. Precisionen blev bättre i alla segment inom gruppen.

En signifikant ökning i x-faktor påvisades hos alla spelare i höft ($p = 0,0010$) och bål ($p = 0,019$). En signifikant ökning påvisades även vid maximum (x-faktor stretch) ($p = 0,001$).

4. Diskussion

4.1 Resultatdiskussion

Försämringen i segmentordningen hos spelarna efter träningsperioden motbevisar studiens hypotes. En del tidigare studier har visat förbättringar i rörelsekedjan genom plyometrisk träning och medicinbollkast, och det är även en vedertagen träningsstrategi inom golfvärlden för att utveckla en mer effektiv golfsving (14). Studier säger även att golfspelare borde betona högre hastigheter i sin träning för att kunna utveckla rörelsekedjan i svingen (9), men detta var inte fallet vid denna undersökning eftersom segmentordningen försämrades. Kastet utfördes utifrån en vedertagen strategi genom att kasta utifrån en proximal stabilitet i höften och med en större aktivitet i bål och armarna för att öka x-faktor stretchen (14). Om tekniken, höft – och bålstabiliteten i kastet är bristfällig borde aktiveringen av armarna bli större för att producera en explosiv hastighet. Detta påstående kan även härledas till att accelerationen i armar blev signifikant högre för spelarna. Detta behöver inte innebära några större risker eftersom armarnas effektutveckling har ett starkt samband med svinghastigheten och är allra viktigast för att producera power (1).

Timing mellan segmentens hastigheter är viktigt för att kunna optimera energiöverföringen i svingen (10) och trots att segmentordningen blev sämre optimerades ändå timingen i förhållande till bollträffen hos gruppen. Höften bättre aktivering Den förbättrade timingen i klubban har i detta fall störst betydelse eftersom klubbans maximala hastighet inträffade långt innan bollträffen innan träningsperioden. För att få maximal effekt bör den maximala hastigheten i klubban inträffa precis vid bollträffen och det är en generell kvalitet som elitspelare har (6). Spelarna uppvisade en signifikant förbättring gällande denna aspekt, men värdet för gruppen var fortfarande hög i förhållande till bollträffen efter träningsperioden (11ms).

En proximal till distal segmentordning sägs ha ett tydligt samband med en större klubbhastighet, men denna studie motbevisar detta samband. En ökning i peak speed påvisades i alla segment hos gruppen och en del spelare påvisade även signifikanta ökningshöften. Studier har dock förespråkade att styrketräning och golfprestation kan härledas till förbättringar i den neuromuskulära funktionen (16). Resultaten stärker även fynd från andra studier som har visat att medicinbollkast och powerträning förändrar svinghastigheten, ökar segmentens maximala rotationshastigheterna och accelerationen i nersvingen (14, 16). En trolig fysiologisk förklaring kan därför vara att ett specifikt och explosivt medicinbollkast stimulerar en effektivisering av den medverkande muskulaturen i golfsvingen. Detta innebär att man kan uppnå större hastigheter utan att fokusera på att förbättra segmentordningen i svingen.

Armarna påvisade även en ökning i accelerationen inom gruppen och det är ett viktigt resultat eftersom accelerationen och decelerationen borde ha större värden för att optimera kraftöverföringen i svingen (10). Decelerationen minskade dock i alla segment inom gruppen trots individuella signifikanta öknings hos spelarna, vilket motsäger detta påstående.

Signifikanta öknings i x-faktor påvisades inom gruppen. I de individuella träningsprogrammen ingick övningar för att förbättra höft – och bålstabilitet och dynamisk stretch för att öka rörligheten i brösttryggen och separationen mellan under – och överkropp. Dessa övningar kan mycket väl ha bidragit till en ökning i x-faktor. Denna ökning kan i sin tur också ha bidragit till ökningen i peak speed och accelerationen. Detta fynd stämmer överens

med andra studier som också har visat att en ökad rörlighet i överkroppens rotation och ett mer stabilt bäcken ökar x-faktor stretchen (12, 13). Ökningen i x-faktor kan därför ha ett samband med de ökade hastigheterna och accelerationen, och det är ett rimligt antagande eftersom en ökad x-faktor har visats öka svinghastigheten och vridmomenten i svingen (1, 16).

En effektiv segmentordning sägs bidra med en större precision i svingen (2, 9), men även detta motbevisades i denna studie. Konsekvens är något som alla golfspelare strävar efter och resultaten visar även vissa förbättringar i precisionen inom vissa färdigheter trots att den proximala till distala segmentordningen försämrades. Därmed kan funktionell träning som innehåller medicinbollkast även förbättra konsekvensen i golfsvingen.

4.2 Metoddiskussion

De tvetydiga resultaten kan till viss del härledas till brister i metoden. För det första var det bara sex elitamatörer (varav ett bortfall) som kunde ställa upp och som uppfyllde kraven för studien. Det bristfälliga antalet berodde dels på lokala tillgängligheter och bristfälliga resurser. För att resultaten skulle få mer trovärdighet skulle studien ha innefattat fler försökspersoner, innefattat en kontrollgrupp och dessutom behövt fortgå under en längre tid. Studien skulle även uteslutit faktorer som kunde ha påverkat resultatet, skapat förändringar i rörelsekedjan eller på något sätt påverkat den biomekaniska aspekten av golfsvingen. Det optimala scenariot hade varit att göra studien under lågsäsong och utan påverkan av svinteknikträning, men å andra sidan är det ett verkligt scenario som är svårt att undgå. Statistiska värden föll även bort under testtillfällena på grund av tekniska komplikationer. Trots det hade mer data per försöksperson varit att föredra för att kunna påvisa en större trovärdighet.

Till sist skulle träningens utförande ha varit under en större uppsyn. Kastteknik och träningens genomförande kontrollerades ej under studiens gång på grund av tids- och resursbrist. En optimal strategi hade varit att be försökspersonerna att föra en träningsdagbok samt att regelbundet kontrollera träningens utförande. Intervjuer gjordes vid sista testtillfället och då visade det sig även att försökspersonerna enbart gjort övningen en gång i veckan under träningsperioden. Det innebär att övningen bara utfördes tio gånger, vilket är alldeles för lite för att få tillförlitliga resultat och för att kunna dra några slutsatser över huvudtaget.

5. Framtida forskning

Liknande studier bör utföras igen och utgå från en mer tillförlitlig metod som har bättre förutsättningar och resurser. Dessa studier bör innefatta fler försökspersoner och även undersöka effekten hos seniorer och andra spelarnivåer. En studie som innefattar yngre elitamatörer kan ge missvisande resultat eftersom de oftast är under konstant utveckling, både fysiskt och rent tekniskt. Fler studier bör även göras inom detta ämne för att klargöra rörelsekedjans betydelse och vad en förbättring kan innebära för svinghastighet, slaglängd och precision. Man bör även undersöka fler träningsstrategier och dess effekt på rörelsekedjan och golfsvingens biomekaniska aspekter. Man bör till exempel jämföra olika typer av medicinbollkast med plyometrisk träning och kabelmaskinträning för att fastslå den bästa träningsstrategin för att förbättra rörelsekedjan.

6. Slutsats

Resultaten motbevisade studiens hypotes angående en förbättring i rörelsekedjan och inga slutsatser kan konstateras från studien då metoden var bristfällig. Signifikanta förbättringar sågs i klubbans och höften timing samt i x-faktor efter tio veckor genom ett specifikt medicinbollkast och allmän funktionell träning för golf. Vissa förbättringar sågs även i de maximala hastigheterna, accelerationen och i precisionen. Att segmentordningen i rörelsekedjan försämrades är det mest intressanta resultatet och väcker många frågetecken. Resultatets ursprung går inte att förklara i nuläget. Frågan är egentligen hur stor betydelse en effektiv rörelsekedja har för golfprestation när det tydligen går att förbättra andra viktiga biomekaniska kvalitéer i svingen utan att förbättra den segmentala ordningen. Trots signifikanta skillnader var studiens metod bristfällig, men det påvisades ändå vissa intressanta fynd som kan ligga till grund för framtida studier.

7. Referenser

1. Nesbit, S.M. and M. Serrano. Work and power analysis of the golf swing. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2005;4:520-533.
2. Hume, P.A., J. Duncan and D. Reid. The Role of Biomechanics in Maximising Distance and Accuracy of Golf Shots. *Sports Medicine*. 2005;35(5):429-449.
3. Hellström, J. Competitive elite golf: A review of the relationships between playing results, technique and physique. *Sports Medicine*. 2009;(19):723-741.
4. Sell, C. T., Y.S. Tsal, J. M. Smoliga, J. B. Myers and S. M. Lephart. Strength, flexibility, and balance characteristics of highly proficient golfer. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007;21(4):1166–1171.
5. Hellström, J. The Relation Between Physical Tests, Measures, and Clubhead Speed in Elite Golfers. *International journal of sports science & coaching*. 2008;ISSN:1747-9541.
6. Nesbit, S.M. A three dimensional kinematic and kinetic study of the golf swing. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2005;4:499-519.
7. Hirashima, M., K. Kudo, T. Ohtsuki. Utilization and compensation of interaction torques during ball-throwing movements. *Journal of Neurophysiology*. 2003;89:1784–1796.
8. Furuya S, Kinoshita H. Roles of proximal-to-distal sequential organization of the upper limb segments in striking the keys by expert pianists. *Neuroscience letters*. 2007;421(3):264-269.
9. Tinmark, F., Hellström, J., Halvorsen, K., Thorstensson, A. Elite golfers' kinematic sequence in full-swing and partial-swing shots. *Sports Biomechanics*. 2010;9(4):236–244.

10. Yontz, N.A. Determining the correlation between core performance and golf swing kinematics and kinetics. Ohio State University. Avhandling. 2010.
11. Wang JJ, Yan PF, Shiang TY. A kinetic analysis on golf swings to know what skill can increase club head speed and impact accuracy. *Journal of Biomechanics*. 2007;2:765.
12. Myers, J., S. Lephart, Y-S Tsai, T. Sell, J. Smoliga and J. Jolly. The role of upper torso and pelvis rotation in driving performance during the golf swing. *Journal of Sports Sciences*. 2008;26(2):181–188.
13. Cheetham, P.J. The importance of stretching the X Factor in the golf downswing. *Book of Abstracts 2000 Pre-Olympic Congress. International Congress on Sport Science Sports Medicine and Physical Education*. 2000.
14. Fletcher, I.M. and M. Hartwell. Effect of an 8-week combined weights and plyometric training program on golf drive performance. *Journal of strength and conditioning research*. 2004;18(1):59-62.
15. Hellström, J. and F. Tinmark. The association between stability and swing kinematics of skilled high school golfers. *World scientific congress of golf V*. 2008.
16. Lephart, S.M., J. M. Smoliga, J. B. Myers, T. C. Sell and Y.S. Tsai. An eight-week golf-specific exercise program improves physical characteristics, swing mechanics, and golf performance in recreational golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007; 21(3):860–869.

8. Bilagor

8.1 Individuella resultat

Spelare 1	Pre-test		Pro-test		p-värde
	Medel	SD	Medel	SD	
Peak timing pre-impact (ms)					
Höft	59	± 53	51	± 6	0,797
Bål	84	± 8	65	± 2	0,014*
Arm	64	± 7	73	± 7	0,115
Klubba	0	± 0	22	± 2	0,0002*
Peak speed (d/s)					
Höft	435	± 18	541	± 24	0,001*
Bål	735	± 19	763	± 17	0,072
Arm	955	± 6	968	± 12	0,115
Klubba	2420	± 558	2205	± 10	0,497
Acceleration (d/s/s)					
Höft	1975	± 527	2187	± 156	0,489
Bål	3889	± 240	3686	± 122	0,199
Arm	4878	± 45	5616	± 160	0,002*
Klubba	9510	± 2364	10290	± 301	0,558
Deceleration (d/s/s)					
Höft	5081	± 2361	3929	± 868	0,414
Bål	2149	± 209	2720	± 268	0,017*
Arm	7491	± 976	7285	± 907	0,618
Klubba	9902	± 4632	7159	± 531	0,322
X-factor (d)					
Vid höft	63	± 1	61	± 1	0,018*
Vid bål	63	± 1	62	± 1	0,155
Vid Max	58	± 2	63	± 1	0,009

Spelare 2	Pre-test		Pro-test		p-värde
	Medel	SD	Medel	SD	
Peak timing pre-impact (ms)					
Höft	78	± 6	68	± 16	0,178
Bål	63	± 15	66	± 16	0,811
Arm	69	± 5	70	± 7	0,841
Klubba	23	± 7	2	± 7	0,001*
Peak speed (d/s)					
Höft	509	± 12	482	± 9	0,004
Bål	709	± 46	705	± 14	0,839
Arm	965	± 11	954	± 19	0,3
Klubba	2053	± 37	2156	± 28	0,001*
Acceleration (d/s/s)					
Höft	3010	± 57	2594	± 205	0,009*
Bål	3597	± 473	3737	± 206	0,567
Arm	4961	± 166	5647	± 396	0,014*
Klubba	8316	± 308	8360	± 300	0,822
Deceleration (d/s/s)					
Höft	2338	± 299	1093	± 390	0,001*
Bål	3278	± 870	1250	± 584	0,003*
Arm	6669	± 363	5676	± 945	0,078
Klubba	5677	± 331	7162	± 454	0,0005*
X-factor (d)					
Vid höft	52	± 1	60	± 2	8,31E-05*
Vid bål	52	± 1	60	± 2	8,31E-05*
Vid Max	52	± 1	60	± 2	0,0001*

Spelare 3

	Pre-test		Pro-test		p-värde
	Medel	SD	Medel	SD	
Peak timing pre-impact (ms)					
Höft	130	± 6	68	± 2	4,48E-05*
Bål	81	± 2	82	± 7	0,761
Arm	67	± 8	64	± 7	0,57
Klubba	23	± 2	21	± 6	0,549
Peak speed (d/s)					
Höft	339	± 11	410	± 15	0,0004*
Bål	658	± 22	684	± 23	0,181
Arm	875	± 25	973	± 21	0,001*
Klubba	1971	± 35	1933	± 33	0,171
Acceleration (d/s/s)					
Höft	1582	± 148	1560	± 144	0,835
Bål	2129	± 120	2631	± 168	0,004*
Arm	3041	± 148	3819	± 330	0,012*
Klubba	6011	± 160	6366	± 475	0,236
Deceleration (d/s/s)					
Höft	677	± 140	1373	± 131	0,0003*
Bål	1744	± 293	2434	± 305	0,017*
Arm	5201	± 954	6003	± 753	0,237
Klubba	6165	± 127	6225	± 259	0,695
X-factor (d)					
Vid höft	58	± 1	61	± 2	0,016*
Vid bål	59	± 1	61	± 2	0,065
Vid Max	59	± 1	61	± 2	0,065

Spelare 4	Pre-test		Pro-test		p-värde
	Medel	SD	Medel	SD	
Peak timing pre-impact (ms)					
Höft	84	± 17	66	± 6	0,125
Bål	73	± 11	76	± 5	0,605
Arm	72	± 7	64	± 8	0,185
Klubba	13	± 9	1	± 2	0,079
Peak speed (d/s)					
Höft	499	± 4	460	± 11	0,003*
Bål	796	± 13	758	± 6	0,006*
Arm	928	± 17	878	± 19	0,008*
Klubba	2053	± 130	2026	± 183	0,818
Acceleration (d/s/s)					
Höft	1788	± 175	1620	± 77	0,153
Bål	3476	± 122	3430	± 297	0,472
Arm	4468	± 184	4497	± 484	0,916
Klubba	7881	± 66	7966	± 774	0,84
Deceleration (d/s/s)					
Höft	2135	± 642	2548	± 462	0,341
Bål	3869	± 299	3441	± 391	0,136
Arm	7263	± 683	7500	± 1226	0,429
Klubba	6757	± 1096	6733	± 1417	0,979
X-factor (d)					
Vid höft	44	± 1	49	± 2	0,001*
Vid bål	47	± 1	51	± 1	0,002*
Vid Max	50	± 1	54	± 2	0,006*

Spelare 5	Pre-test		Pro-test		p-värde
	Medel	SD	Medel	SD	
Peak timing pre-impact (ms)					
Höft	110	± 7	85	± 4	0,0002*
Bål	71	± 10	64	± 12	0,366
Arm	67	± 3	84	± 6	0,001*
Klubba	32	± 8	2	± 4	0,0002*
Peak speed (d/s)					
Höft	362	± 11	314	± 13	0,0002*
Bål	706	± 7	759	± 46	0,061
Arm	960	± 12	1032	± 7	1,28E-05*
Klubba	1677	± 152	2021	± 103	0,004*
Acceleration (d/s/s)					
Höft	1429	± 235	1276	± 131	0,25
Bål	3051	± 106	3623	± 561	0,085
Arm	4795	± 164	5566	± 477	0,019*
Klubba	7099	± 697	7708	± 717	0,21
Deceleration (d/s/s)					
Höft	1436	± 123	1116	± 182	0,014*
Bål	5147	± 775	4699	± 597	0,338
Arm	7550	± 715	6997	± 372	0,176
Klubba	6734	± 1140	7094	± 955	0,603
X-factor (d)					
Vid höft	58	± 3	67	± 1	0,001*
Vid bål	62	± 1	69	± 1	1,63E-08*
Vid Max	62	± 1	69	± 1	1,63E-08*

8.2 Funktionella övningar

Uppvärmning
Hopprep
Komplex rörlighet med pinne
Funktionella övningar som användes i de individuella träningsprogrammen
Komplex styrkeövning med skivstång
Frivändning och kickstöt
Komplexa utfallssteg med viktskiva
Step-up med tålyft och utfall
Draken
Explosiva medicinbollkast i golvet
Explosiva skridskohopp

Explosiva saxhopp med skivstång
Marklyft
Chins
Dips
Liggande rotation med viktskiva
Push-up i free-motionmaskin med fötter på pilatesboll
Hantelrotation
Brygga på pilatesboll
Joystick-rotation
Bålrullningar med viktskiva
Vindrutetorkaren
Plankan med ett ben
Stjärnan
Dynamisk och statisk stretch
Gastrocnemicus/achilles senan
Hamstrings
Iliopsoas/quadriceps
Gluteus
Rotatorcuff
Triceps
Bröstrygg och separation
Latissimus dorsi
Quadratus lumborum