



Bachelorgradsoppgave

Bevegelighetstrening og kraftutvikling

Flexibility training and force development

Den akutte effekten av tøyning hos turnere

The acute effect of stretching in gymnasts

Tomas E. Bekkavik

KIF350

Bachelorgradsoppgave i kroppsøving & idrettsfag
- faglærer

[Avdeling for lærerutdanning]
Høgskolen i Nord-Trøndelag - 2015



HINT

**SAMTYKKE TIL HØGSKOLENS BRUK AV KANDIDAT-, BACHELOR- OG
MASTEROPPGAVER**

Forfatter(e): Tomas E. Bekkavik

Norsk tittel: Bevegelighetstrening og kraftutvikling

- Den akutte effekten hos turnere

Engelsk tittel: Flexibility training and force development

- The acute effect of stretching in gymnasts

Studieprogram: Kroppsøving og Idrettsfag - Faglærerutdanning

Emnekode og navn: KIF 350

Vi/jeg samtykker i at oppgaven kan publiseres på internett i fulltekst i Brage, HiNTs åpne arkiv

Vår/min oppgave inneholder taushetsbelagte opplysninger og må derfor ikke gjøres tilgjengelig for andre

Kan frigis fra: _____

Dato: 27. 05. 2015

Tomas E. Bekkavik

underskrift

underskrift

Forord

Etter 3 år på faglærer utdanningen innen kroppsøving og idrettsfag var det på tide med en avsluttende fagtekst. Temaet jeg valgte er et tema som folk flest vet lite om. Med god veiledning fra Tore Kristian Aune og Erna D von Heimburg så har kommet fram til ett spennende resultat. Det har vært en lang men fin prosess som har gitt meg mere kunnskap om bevegelighet og forskingsresultater som jeg vil ha nytte av i lærer og trener yrket.

Jeg vil takke Malvik Turn & RG som stilte med sine konkurranse gymnaster slik at denne studien var mulig å gjennomføre blant eliteturnere.

Tomas E. Bekkavik

Trondheim, mai 2015

Sammendrag

Forfatter: Tomas E. Bekkavik, student ved Høgskolen i Nord Trøndelag, avdeling Røstad. 3. året på Bachelor Faglærerutdanning i kroppsøving og idrettsfag

Oppgavens tittel:

Bevegelsestrening og kraftutvikling – den akutte effekten hos elite turnere

Problemstilling:

Hvordan påvirkes kraftutviklingen i gluteus maximus (agonist) av statisk eller ballistisk tøyning av rectus femoris og iliopsoas (antagonister) i en oppsparks bevegelse?

Teori:

I teorien tar jeg for meg hva som skjer fysiologisk i musklene ved tøyning, forklare hvorfor man mister kraft og tidligere forskning på emnet.

Metode:

En detaljert beskrivelse av testdagene, og at funnene ble kjørt i en paret T-Test.

Resultat:

Det viser seg at den akutte effekten av statisk og ballistisk tøyning, som ble målt rett etter oppvarming, har en økende effekt på gjennomsnittsverdiene i hastighet og posisjon, men disse er ikke signifikante. Ved resultatene av etterkontrollen (10 min etter oppvarming) så kommer den statiske tøyningen best ut av det med signifikante forskjeller i hastighet og posisjon. Agonisten påvirkes i liten grad.

Innhold

1. Innledning.....	6
1.2 Teori.....	6
1.2.1 Fysiologi.....	7
2. Metode.....	10
2.2 Eksperimentell tilnærming til problemet.....	10
2.3 Testgruppe.....	10
2.4 Testprotokoll.....	10
2.5 Avgrensninger.....	14
3. Resultat.....	15
4. Diskusjon.....	17
4.2 Uten tøyning, posisjon og hastighet.....	17
4.3 Ballistisk tøyning, posisjon og hastighet.....	18
4.4 Statisk tøyning, posisjon og hastighet.....	19
5. Konklusjon.....	20
5.2 Tanker videre.....	21
6. Litteratur.....	22
7. Vedlegg.....	25

ANTALL ORD: 5432

1.1 Innledning

Denne fagteksten skal ta for seg bevegelighet og kraftutvikling hos norske elite trossturnere som driver med lagidretten TeamGym (NGTF, 2008). Idretten setter store fysiske krav. Trampett krever høye løpshastigheter og maksimal spenning igjennom hele svevet. Tumbling setter også store krav til hurtighet men også til god bevegelighet og maksimal spenning i spesielt overkroppen. Frittstående krever god bevegelighet og eksplosivitet for alle de gymnastiske elementene (dynamisk styrke), samt maksimal statisk styrke i hold elementene og generelt utholdenhet (NGTF, 2008). Bevegelighet er et tema som de fleste trenerne ikke har så bred kunnskap om, men som de utfører som en del av treningen uvitende om hva som er det beste for utøveren. Oppgaven skal undersøke problemstillingen: hvordan påvirkes kraftutviklingen i gluteus maximus (agonist) av statisk eller ballistisk tøyning av rectus femoris og iliopsoas (antagonister) i en oppsparks bevegelse. Det er den bevegelsen hvor det ene benet sparkes opp, også kalt svingfot, som brukes i for eksempel håndstående, araber eller stift. En bevegelse som er avgjørende på videreføringen av hastighet og energi til neste element. Oppgaven tar for seg den akutte effekten av to forskjellige tøyninger som videre kan gi bredere kunnskap om hvorvidt bevegelsestrening er viktig som en del av oppvarmingen i en konkurransesituasjon. En hypotese ble opparbeidet etter utsagn og erfaringer fra turnmiljøet: om man tøyer for hardt med passiv tøyning så vil det gi en reduksjon av kraftutviklingen siden musklene blir ”slitne” av de ytre påkjenningene. Ut i fra denne hypotesen så ser man det som svært sannsynlig at den passive tøyningen vil slå ut mest negativt på testresultatene i forhold kraftutviklingen, noe som også støttes av tidligere studier.

1.2 Teori

I turn settes det krav til store bevegelsesutslag men også til eksplosivitet, som for eksempel ett split-hopp på gulv hvor bena skal være over 180 grader over bakken, danne en horisontal linje med bena. Historisk sett og på gammel vane så har gymnaster lange økter med tøyning som en avsluttende del av oppvarmingen sin (McNeal & Sands, 2001). Slapgaard, Bolle & Ekker (2015) definerer bevegelighet som evnen til å skape bevegelsesutslag i ledd og leddkjeder. Bevegelsestrening er en systematisk trening som handler om å øke leddutslaget over en periode ved gjentatte repetisjoner og serier (Olympiatoppen, 2012). Tøyning er mye brukt i rehabilitering og forebygging av skader og for å øke prestasjon i visse idretter (Andersen, 2015). Det finnes flere forskjellige måter å drive bevegelsestrening, men metodene havner under de to hovedkategoriene: aktiv og passiv bevegelsestrening. I kategorien aktiv bevegelsestrening finnes det flere undertitler slik som dynamisk, statisk og ballistisk

bevegelighetstrening. De er forskjellige men fellesnevneren er at en bruker sin egen muskelkraft for å oppnå et større leddutslag (Olympiatoppen, 2012). Den passive metoden får hjelp av en ytre kraft (for eksempel en trener) og det utføres repetisjoner med holdetid på for eksempel 30-120 sekunder per rep. Ifølge Olympiatoppen (2012) så anbefaler de den passive metoden for å øke leddutslaget mens den aktive metoden anbefales for opparbeiding av kontroll og styrke i leddutslaget.

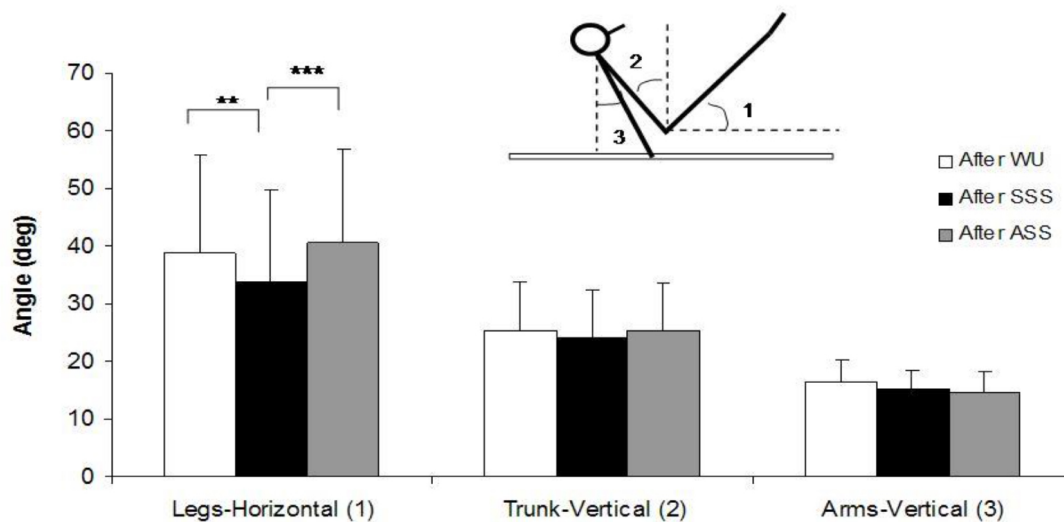
1.2.1 Fysiologi

For å forstå hva som skjer under bevegelighetstreningen må man kunne fysiologien. Når man tøyer en muskel så endres dets opprinnelige lengde. Ifølge Sølveborn (1985) så kan ett avspent muskelvev trekkes ut til sin dobbelte lengde og gå tilbake igjen uten at det skades. Denne tøyeligheten har ikke bindevevet i sener og muskelhinner og må derfor arbeides med under bevegelighetstreningen (Sølveborn, 1985). Bindevevet består av kollagen og elastin, hvor kollagenet er et protein som tåler stor strekkpåvirkning kan strekkes opp- til 10 % av sin egen lengde før det ryker, og kan derfor utsettes for stor kraft (Smith, 2009). Elastin derimot har elastiske egenskaper som gjør vevet tøylig og det går tilbake til sin opprinnelige lengde etter en strekkpåvirkning (Smith, 2009). Med dette forstår vi at det må til ett stort trykk på bindevevet for at man skal få økt bevegeligheten over tid, noe som passiv bevegelighetstrening gir. Når en muskel påføres et gitt stress så reagerer de intrafusale muskelfibrene, også kalt muskelspoler (Smith, 2009). Disse følsomme fibrene ligger i mellom de ekstrasusale fibrene (kjent som muskelfibrene), og de registrerer lengde endringer samt hvor hurtig endringene skjer (Myklebust, 2002; Smith, 2009). Påføres muskelen en hurtig og kraftig strekk så sender muskelspolene signaler inn til sentralnervesystemet som videre gir beskjed til muskelfiberen om å trekke seg litt sammen, også kalt en myotatisk refleks, bedre kjent som en strekkrefleks (Smith, 2009; Wirhed, 2006). Nelson & Kokkonen (2001) skriver i sin studie at ballistisk tøyning har vært frarådet siden metoden gir økt risiko for muskelskader ved å forlenge muskelen samtidig som at den myotatiske refleksen kontraherer. Det skal også nevnes at Smith et al. (1993) fant i sin studie at ballistisk tøyning ga mindre muskel stølhet enn passiv tøyning. Muskelspolen og den myotatiske refleksen kan derfor være en stopper for tøyning, og for å utvikle ett større bevegelsesutslag så må muskelen påføres en stor ytre kraft over en viss tid (passiv tøyning) for at muskelen skal bli avslappet. Ved en så stor påkjenning er det senespolene, også kalt Golgi seneorgan (GTO), som fyrer av signaler inn til sentralnervesystemet (Myklebust, 2002). Senespolene ligger rundt og mellom bindevevsfibre i senen i overgangen til muskelen og dets oppgave er å informere om kraften som virker i

overgangen mellom muskel og sene (Myklebust, 2002; Smith, 2009). Blir kraften for stor så sørger nervesystemet for en hemming i muskelen som fører til at muskelen avspennes, og spenningen i senen avtar, også kalt for den antimyotatiske refleksen (Smith, 2009; Wirhed, 2006). Disse to refleksene er to viktige nevrologiske faktorer som kan være med på å minke den maksimale styrken (Andersen, 2015; Nelson & Kokkonen, 2001). Dette gir ett bedre teoretisk grunnlag for hvorfor passiv tøyning er den mest effektive metoden for å øke bevegeligheten på kort tid. Flere studier viser at den akutte effekten av passiv bevegighetstrening før maksimalt muskelarbeid er negativt (Kokkonen, Nelson & Cornwell, 1998; McNeal & Sands, 2001; Sampaio et al., 2014; Siatras, 2014). En av grunnene til dette kan være at muskelen endrer lengde, altså muskelfibrene settes på strekk. Hver enkelt muskelfiber er omsluttet av bindevev som sammen med senen utgjør muskelens ikke-kontraktile del (Olympiatoppen, 2012). I muskelens kontraktile del finner vi det elastiske proteinet titin, som også kan yte motstand mot strekk og det er motstand mot strekk man prøver å påvirke gjennom bevegighetstrening (Olympiatoppen, 2012). Titin ligger mellom Z og M linjen i en sarkomer og oppfører seg som en fjær med en passiv spenning (Granzier & Labeit, 2006). Dets oppgaver er å få sarkomerene til sin normale lengde under tøyning, men når det blir satt på strekk over tid "slakkes" proteinet og muskel-sene komplekset endres (Andersen, 2015). Det tar oss videre til muskelens viskoelastitet. Elastisitetsdelen betyr at muskelen blir deformert under stress, for så å returnere til sin opprinnelige form når man fjerner gitt stress (Andersen, 2015). Ifølge Andersen (2015) innebærer visko at muskelen oppfører seg som en væske, og deformasjonsresponsen er tidsavhengig. Jo lengre tid man bruker på tøye muskelen, desto lengre tid tar det før muskelen kommer tilbake til sin opprinnelige lengde, som flere studier viser (Mizuno, Matsumoto & Umemura, 2011; Ryan et al., 2008). I følge Andersen (2015) reduseres mengden energi som er lagret i muskelsenekomplekset over tid, og muskelen blir derfor mindre elastisk dersom det eksterne stresset vedvarer. Keitaro, Hiroaki, Kawakami & Fukunaga (2001) fant ut at passiv tøyning reduserte viskositeten samt økte elastiteten i muskelsene strukturene. Dette er mekaniske endringer i muskelen (Andersen, 2015). Nelson & Kokkonen (2001) og Andersen (2015) skriver at endringer i de mekaniske og de nevrologiske faktorene påvirker prestasjonen etter passiv tøyning.

Det er vanlig å tøye og måle den samme muskelen som utfører et krevende muskelarbeid (agonist), og dermed slå fast at man mister en viss prosent av sin maksimale styrke som en akutt effekt av tøyning. Siatras (2014) derimot gjorde en studie der han testet prestasjonen hos

mannlige apparat-turnere etter statisk tøying i herreskranken. Studien tester deres maksimale statiske styrke i v-sit. Det er ett hold-element hvor all vekt legges på armene, bena og hoften løftes opp samt presses mot hodet. Dermed blir det en V- form i hoften. Forsøkspersonene måtte holde posisjonen i 3 sekunder og formålet var å se på vinkelen i hoften i den statiske fasen. Synergister (quadriceps, iliopsoas og rectus abdominis) og antagonister (hamstrings og korsryggen) ble tøyd i 60 sekunder før V-sit. Siatras (2014) konkluderte i studien med at bena kom høyere opp med tøying av antagonistene kontra synergistene (se figur 1). Holdetiden ble også lengre (Siatras, 2014). Med en bredere kunnskap rundt tøyningsfysiologien, forstår man hva som skjer i synergistene og hvorfor det gir negative utslag på resultatene.



Figur 1. ben posisjonen øker etter tøying av antagonistene (ASS) kontra synergistene (SSS) og etter oppvarming uten tøying (WU) (Siatras, 2014).

I min studie skal antagonistene tøyes, slik som i Siatras sin studie, men det er agonisten (gluteus maximus) som skal utføre ett muskellarbeid. Den skal arbeide dynamisk, kontra statisk styrke som ble målt i studien til Siatras (2014). Derfor kan dette gi et annet utslag enn i tidligere studier.

2. Metode

2.2 Eksperimentell tilnærming til problemet

For å finne svar på om agonistens kraftutvikling påvirkes av tøyning av antagonisten, ble det organisert tre like prestasjonstester med ulike former for oppvarminger. En oppvarming uten tøyning (U), en med passiv statisk tøyning (S) og en med ballistisk tøyning (B). Test gruppen er en homogen gruppe som ligger på likt nivå i turn. Undersøkelsene studerte hvor høyt benet kom (cm) og hvor hurtig det nådde topp punktet (m/s), i en parett T-Test. Hensikten med studien er å finne den akutte effekten av to forskjellige tøyninger før en eksplosiv øvelse. vil Oppvarmingsrutinen vil være tilnærmet lik en oppvarming under en reell konkurranse, siden resultatene kan ha en positiv innvirkning på prestasjonene. Det blir utført en parett T-Test, hvor måleverdiene av U, S og B settes opp mot hverandre under hvert forsøk. Resultatene vil bli delt opp i to søyle diagram, ett for hastighet og ett for posisjon/høyde, som viser gjennomsnittsverdiene.

2.3 Testgruppe

En gruppe med 8 turnere: fire gutter og fire jenter, med en gjennomsnittsalder på $15,75 \pm 1,6$ år. Jentene hadde en snitt høyde på $162,25 \pm 5$ cm og en snitt vekt på $57,75 \pm 8$ kg. Guttene hadde en snitt høyde på 171 ± 13 cm, og ei snitt vekt på $58,25 \pm 10$ kg. Forsøkspersonene (FP) trener 13 timer i uken og er på ett høyt nasjonalt nivå, hvorav noen på landslag. FP har drevet med lagidretten i turn, TeamGym (NGTF, 2008), de siste 5 årene.

2.4 Testprotokoll

Oppvarmingene er like for hver test dag foruten tøyningdelen. Og siden denne situasjonen er tilnærmet lik en konkurranse situasjon, så får utøverne som tidligere nevnt, en oppvarming knyttet til en konkurranse situasjon. For å få den optimale effekten etter oppvarmingen så skal FP ha 14 min oppvarming hvor hver enkelt person begynner sin oppvarming med x antall minutters mellomrom ut i fra de forskjellige testdagene. Med disse intervallene så unngår man kø og utøverne er fortsatt varme i kroppen og klar for testing. Testgruppen hadde tidligere fått prøve denne spesifikke oppvarmingen og var derfor kjent med øvelsene. Medhjelpere tok tid på hver enkelt utøver med tanke på øvelsesutvalget og tid mellom oppvarming og testing. Det ble gjort 2 målinger per dag per utøver. Den første ble utført rett etter oppvarming, deretter en ny måling ca. 10 minutter etter første måling. Ifølge Ryan et.al (2008) kommer muskelen

tilbake til sin opprinnelige stivhet ca. 10 minutter etter to minutters tøyning. Det ble derfor lagt inn en ekstra måling for å se utslaget. Forsøksgruppa skal gjennomføre tre tester fordelt på tre dager. Den første dagen skal gruppen utføre testen uten tøyning etter oppvarming, andre dagen med passiv tøyning og siste dagen med ballistisk tøyning. Test dagene var fordelt på én ukes periode.

Oppvarming (felles for alle tre test dager)

7 min generell del:

- rolig jogg (2 min)
- jogg med kneløft (30 sek)
- jogg med hælspark (30 sek)
- jogge sidelengs (1min per side)
- armsving (begge fram, begge bak , motsatt x 2 - 30 sek per øvelse)

5 min spesiell del:

- 6 oppspark til håndstående
- 6 kropperte uten benstrekk
- 6 splitt oppspark fra kne sittende
- 6 samla ben.

2 min styrke:

- 15 armhevinger
- 20 rygghev
- 30 sit-ups.

Under selve testen skal utøverne ligge på en kasse hvor det ene benet er plassert med 90 graders vinkel i kne, ankel og hofteløddet (stående fram – kneet opp). Andre benet skal være i en avslappet posisjon på gulvet. Kneleddet skal være i 90 grader og leggen skal være vendt ned mot underlaget. Benet som er liggende skal presses oppover så høyt og så hurtig som mulig (se figur 4). Benken ble bygd opp med vektskiver slik at de lengste forsøkspersonene fikk riktig utgangspunkt som resten av testgruppen.



Figur 2. Viser start posisjon med 90 grader i hofteladdet (markert i rødt). Musclelab er markert i blått.



Figur 3. Båndet blir festet på oversiden av kneet på det liggende benet



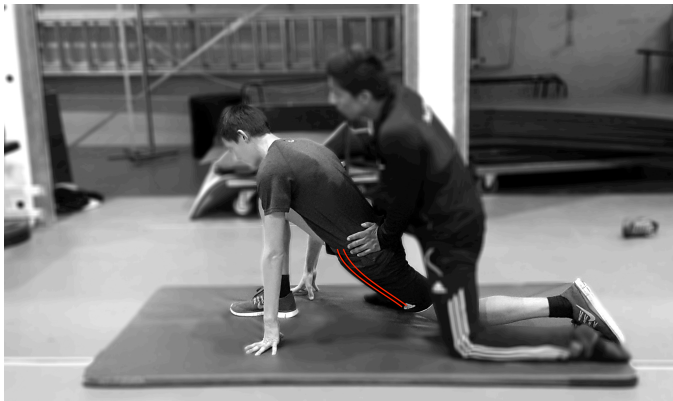
Figur 4. Viser slutt posisjon. Musclelab er markert i blått, agonist (gluteus maximus) er markert i rødt.

Test dag 1: Ingen tøyning etter oppvarming

Gruppen gjennomførte oppvarmingen og gikk direkte inn til testing. Ny måling 10 min etter første måling. Testpersonene kjørte 4 minutters tidsintervall mellom hver oppstart.

Test dag 2: - Passiv statisk tøyning etter oppvarming

- FP tøyser hofteldds bøyer med hjelp av trener/medhjelpere i 60 sekunder (se figur 5)

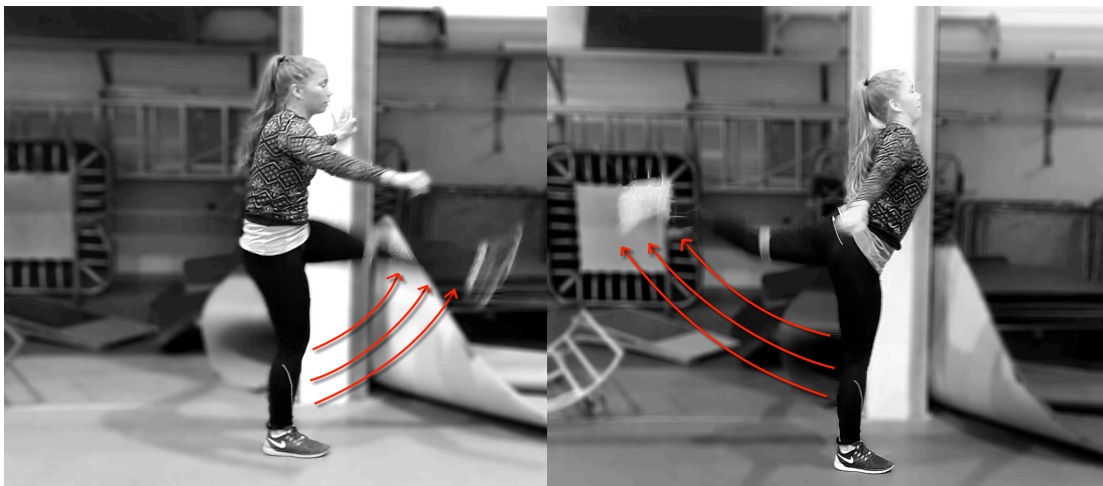


Figur 5. Tøyning av hofteldds bøyer markert i rødt

Hver enkelt FP gjennomførte 60 sekunders passiv statisk tøyning av hoftelddet. Trener presset hoften ned mot underlaget, hvor utøveren skulle ha maksimalt leddutslag. FP gikk til test 1 min etter endt tøyning for at antagonisten ikke skal rekke å oppnå sin opprinnelige muskelstivhet (Ryan et.al, 2008). Under denne testen hadde testpersonene 5 min tidsintervall mellom hver enkelt oppstart.

Test dag 3 : – ballistisk tøyning

12 bensving x 3 x 20 sek pause



Figur 6. Bensving til maks leddutslag (ballistisk tøyning)

FP skal utføre bensving med fokus på å løfte benet høyt i den bakre svingfasen (se figur 6). For hvert bensving skal FP øke leddutslaget gradvis. Testingen vil bli utført ca 2 min etter oppvarmingen.

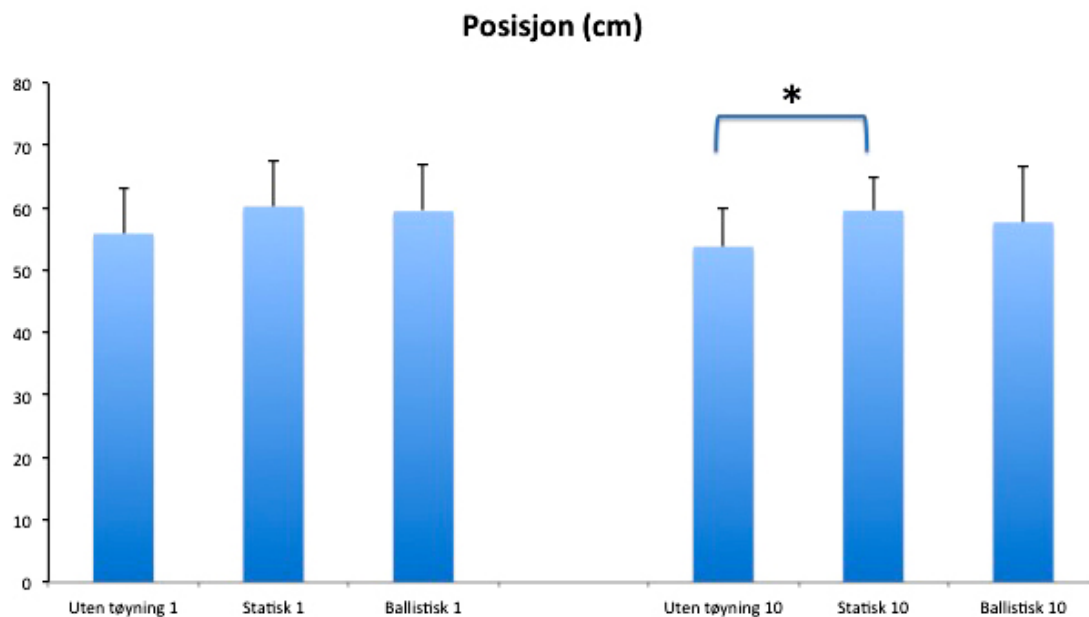
2.5 Avgrensninger

Det er vanskelig å måle optimal og isolert kraftutvikling under oppspark til håndstående siden hele kroppen er i bevegelse og kan ha en innvirkning på utførelsen. Undersøkelsen ble derfor avgrenset til måling av kraftutvikling i kun gluteus maximus, agonisten i ett oppspark. Musclelab ble brukt for å måle hastighet og posisjon. Båndet ble festet til kneet som skulle sparkes bak, deretter ble det målt hvor langt båndet ble strekt og hvor hurtig det kom til toppunktet.

3.1 Resultater

Testresultatene viser noen forskjeller hos B og S. Men det er ikke så mange signifikante forskjeller. FP har noen individuelle forskjeller, hvor noen er store og noen er små (figur 7). Resultatene av de testene som ble utført direkte etter oppvarming er oppført til venstre i diagrammet (figur 8) og viser gjennomsnittsverdiene.

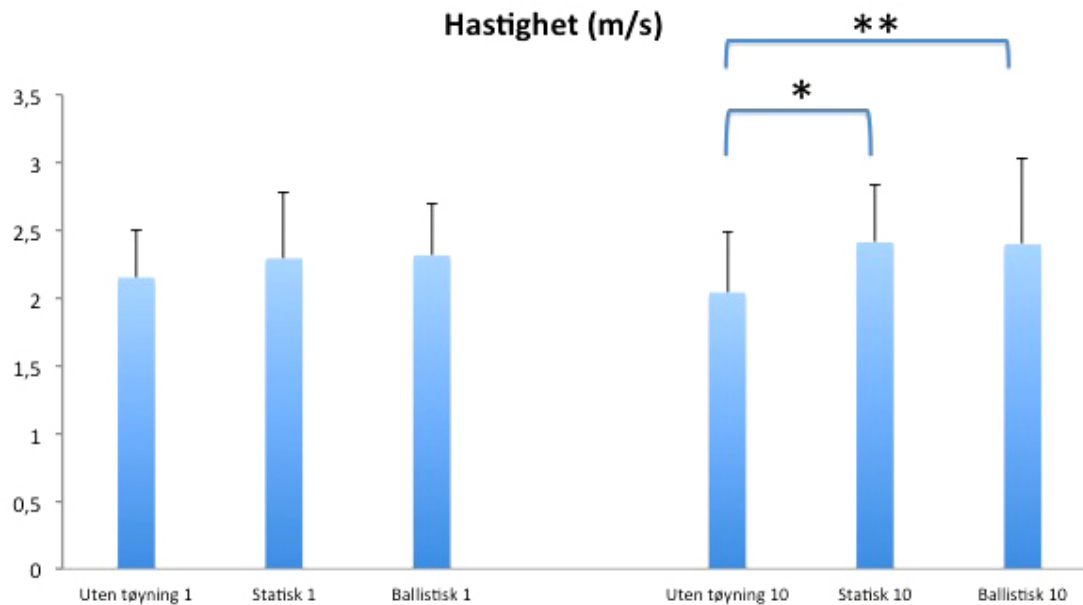
Figur 7 viser hvor høyt benet ble sparket opp (cm), og ut i fra diagrammene så øker gjennomsnittsverdiene ved statisk og ballistisk tøying rett etter oppvarmingen. U fikk en gjennomsnittshøyde på $55,8 \pm 7$ cm. Statistiske tøyingen gir mest utslag på resultatene og viser en gjennomsnittshøyde på $60,2 \pm 7,3$ cm. Verdiene hos den ballistiske tøyingen viser $59,4 \pm 7,3$ cm. De parvise sammenligningene viser at det ble ingen signifikante forskjeller mellom disse tre testresultatene ($S < U, p = 0,2$; $B < U, p = 0,1$; $S < B, p = 0,5$).



Figur 7. Testresultater direkte etter oppvarming, og testresultater 10 min etter oppvarming. *: $P = 0,03$

I etterkontrollen synker verdiene, men S ($59,5 \pm 5,2$ cm) og B ($57,6 \pm 8,8$ cm) er fortsatt over U ($53,8 \pm 6$ cm). De parvise sammenligningene viser også at det er en signifikant forskjell mellom S og U ($S < U, p = 0,03$).

Hastighet resultatene viser at S og B som en del av oppvarmingen, gir en liten økning av oppsparks hastigheten i forhold til oppvarming uten tøyning. U fikk en gjennomsnittshastighet på $2,1 \pm 0,3$ m/s, S fikk $2,29 \pm 0,5$ m/s og B endte opp på $2,3 \pm 0,4$ m/s. Også her ble det ingen signifikante forskjeller mellom disse tre forholdene ($S < U$, $p = 0,3$; $B < U$, $p = 0,1$; $S < B$, $p = 0,8$).



Figur 8. Testresultater direkte etter oppvarming, og testresultater 10 min etter oppvarming.

*: $P = 0,004$; **: $P = 0,03$

Resultatene av etterkontrollen viser dermed en økning av hastighet ved S ($2,4 \pm 0,4$ m/s) og ballistisk tøyning ($2,3 \pm 0,6$ m/s), kontra uten tøyning ($2 \pm 0,4$ m/s). De parvise sammenligningene viste også en signifikant forskjell mellom S og U ($S < U$, $p = 0,004$), samt B og U ($B < U$, $p = 0,03$). Det er ingen signifikant forskjell mellom S og B ($S < B$, $p = 0,9$).

4.1 Diskusjon

Formålet med denne oppgaven var å finne ut om hvilke akutte effekter de forskjellige tøyings metodene fikk hos elite turnere før en eksplosiv øvelse. Ut i fra hypotesen, som ble opparbeidet, så viser resultatene ingen spesielle store utslag på den gjennomsnittlige målerverdien som ble utført rett etter oppvarmingen. Det ble antatt at den passiv statiske tøyningen skulle gi negative følger for kraftutvikling. Man ser at både de statiske og ballistiske resultatene øker i forhold til ingen tøyning, uavhengige om det er direkte etter eller 10 minutter etter endt oppvarming (se figur 10). Ved å se på hastighet tallene kan vi spore økningen tilbake til tøyingsfysiologien som sier at muskelen går tilbake til sin opprinnelige lengde etter en fjerner gitt press og etter en viss tid (Andersen, 2015). Generelt sett så svinger disse resultatene fra person til person. Dette kan vi se i oversikten over alle individuelle resultatene (se vedlegg 1). Men studien tar utgangspunkt i gjennomsnittts verdiene.

Posisjon	Uten tøyning 1	Statisk 1	Ballistisk 1	Uten tøyning 10	Statisk 10	Ballistisk 10
Mean	55,87875	60,2425	59,46375	53,8075	59,57875	57,68125
SD	7,089689571	7,345907996	7,336542466	6,035077819	5,200685223	8,841345142
Hastighet	Uten tøyning 1	Statisk 1	Ballistisk 1	Uten tøyning 10	Statisk 10	Ballistisk 10
Mean	2,152125	2,293375	2,317	2,041125	2,414	2,3995
SD	0,344109799	0,478437916	0,376951304	0,446515217	0,421163016	0,627996815

Figur 9. Tabelloversikt av gjennomsnittsverdiene og standardavvikene.

4.2 Uten tøyning, posisjon og hastighet

Uten tøyning kommer dårligst ut av disse testene. Posisjonstallene viser at gluteus maximus får en motstand fra antagonisten. Den myotatiske refleksen arbeider i illiopoas og stopper dermed bensvinget tidligere i motsetning til ett benspark etter en tøyning. Det er jo musklens forsvarsmekanisme for å ikke få strekk skader (Smith, 2009; Wirhed, 2006). Snitthastigheten ligger også noe lavere enn hos de to andre testene. En mulig forklaring på dette er når med en normal muskel stivhet på illiopoas så klarer ikke gluteus maximus å nå mulig topp hastighet siden den myotatiske refleksen slår inn tidligere. ROM er derfor en faktor som må økes via tøyning. På tabellen kan man se at ved S og B øker både ROM og hastigheten.

4.3 Ballistisk tøyning, posisjon og hastighet

Som tidligere nevnt så gir også ballistisk tøyning positivt utslag på alle testene. Gjennomsnittsverdiene direkte etter oppvarming er nokså like det statiske resultatene. På figur 9 kan vi se at B oppnår 59 cm som snittverdi på posisjonen og 2,3 m/s som hastighetens snittverdi. Posisjonen er lavere enn hos S, men hastigheten er noe høyere. Det ble ikke målt noen muskelaktivitet hos gluteus maximus men en mulig forklaring på dette er at gluteus er mer aktiv i den ballistiske tøyningen kontra den passive. Agonisten er med på å svinge benet tilbake under rutinen. Muskelen er varm og klar for et mer krevende muskellarbeid. Tidligere studier viser også at ballistisk tøyning har en negativ effekt på kraftutvikling, hvorav studien til Nelson & Kokkonen (2001) viser at den maksimale styrken reduseres med 8 % etter ballistisk tøyning. Dette strider mot funnene til Bradley, Olsen & Portas (2007) som undersøkte hvordan ballistisk tøyning påvirker vertikal hopp. De konkluderte med at den ballistiske tøyningen hadde en liten påvirkning på prestasjonen i forskjell til den statiske og PNF metoden. Ut i fra konklusjonen til Nelson & Kokkonen (2001) så skulle egentlig hastighets resultatene i denne studien ha vært lavere. Grunnen til at de ikke er lave kan være forskjellen på tøyningens rutinen. I deres studie brukte de ett tøyning program på 20 minutter i motsetning til min og Bradley et al. (2007) som brukte under 10 minutter på programmet.

I etterkontrollen så minker posisjonsverdiene ytterligere med 1,5 cm, men hastigheten har gått opp med 0,8 m/s. I forhold til de statiske resultatene så viser nedgangen på posisjonen at det skjer en hyppigere endring i viskoelastiteten. Ballistiske tøyningen har ikke påført vevet like mye stress som under den passive tøyning, og muskelen går tilbake til sin normale stivhet (Sølveborn, 1985). Ifølge Andersen (2015) så vil den viskoelastiske endringen trolig ha størst utslag akutt, slik at en danser eller turner kan inkludere tøyning i oppvarmingen for å prestere med stor bevegelighet og god mobilitet. I denne etterkontrollen kommer det en signifikant forskjell på hastighet ($B < U$). Forklaringen kan være at kroppen er mer forberedt på oppgaven og kan aktivere flere fibre i gluteus maximus. En faktor som også skal nevnes, er den sensoriske. Andersen (2015) skiver at økt bevegelighet kan skyldes en endring i sensorisk informasjon og subjektene tåler mer smerte. Med andre det kan være med flere faktorer som gjør arbeidet til agonisten lettere.

4.4 Statisk tøying, posisjon og hastighet

Det ble brukt en stor ytre kraft for å holde maks strekk på iliopsoas under den statiske tøyingen. Testresultatene viser at denne metoden er den mest effektive for å øke leddutslaget, også noe Olympiatoppen (2008) støtter i sin artikkel. Det gir mest utslag på posisjons resultatene, og testen rett etter oppvarming har de høyeste verdiene. Kraften har tydeligvis vært såpass stor at den anti myotatiske refleksjonen har blitt aktivert og muskelen har sørget for en egenhemming (Wirhed, 2006). Dette samsvarer med artikkelen til Andersen (2015). Han skriver at ved gitt stress over tid så øker muskellengden, videre så kan stresset trolig også påvirke lengden til de intrafusale fibrene, som igjen kan redusere strekkrefleksjonen.

Muskelen er nå strekt over sin normale lengde, men hastighets resultatene går litt imot tidligere studier (Kokkonen et al., 1998; McNeal & Sands, 2001; Sampaio et al., 2014; Siatras, 2014) der de mener den akutte effekten av passiv tøying reduserer maksimalt muskellarbeid. Hvis det var tilfellet så ville de resultatene vært lavere. Dette kan forklares med at denne studien ikke tok utgangspunkt i å måle samme muskel som ble tøyd, men agonisten gluteus maximus. Agonisten blir derfor ikke påvirket i noen stor grad av den passive tøyingen. Hypotesen tilsier at de tøydde musklene følte "slitne" etter passiv tøying. Det hadde nok stemt om studien hadde tatt utgangspunkt i hva tidligere studier hadde gjort på dette området, altså tøye og teste samme muskelgruppe. For å gi en mulig forklaring på hvorfor hastigheten øker så må vi se på ROM. Posisjonen har økt med 5 cm i forhold til ingen tøying. Den myotatiske refleksjonen er redusert og agonisten får svingt benet høyere opp. På de få ekstra centimeterne rekker agonisten å nå et hurtigere bensving og aktivere flere muskelfibre.

I etterkontrollen er ikke forskjellene så veldig store men posisjonen minker med 0,7 cm. Dette samsvarer i med studien til Ryan et al., (2008). De fant ut at muskelen kom tilbake til sin opprinnelige lengde etter en viss tid. Ved 2 minutters statisk tøying så oppnådde muskelen sin opprinnelige lengde etter 10 minutter (Ryan et al., 2008). De hadde flere repetisjoner med 30 sekunders holde tid. Testen i denne studien hadde en medhjelper som la et stort press på muskelsene komplekset. Det kan da ha en innvirkning på hvorfor ikke muskelen blitt enda stivere etter de 10 minuttene. Hastigheten derimot er høyere og har steget med 0,1 m/s. De parvise sammenligningene viser en signifikant oppgang i både posisjon og hastighet ($S < U$), noe som kan være til god kunnskap for trenere i idretten. En kan prøve å forklare disse funnene ved å si at det er sammenheng mellom den økte viskoelastiteten (Andersen, 2015) og

at kroppen vet hva slags arbeid den skal utføre i forsøk to og kan derfor aktivere flere muskelfibre i agonisten. Det er ikke funnet noen studier som har gjort noe tilsvarende forsøk, men studien til Siatras (2014) går i samme retning som denne studien. Forskjellene er at de kontrollerte statisk tøyning og maksimal isometrisk styrke, ikke dynamisk muskelarbeid. Mine resultater samsvarer til en viss grad med Siatras (2014) sine. Han fant ut at ved å tøye antagonistene så fikk forsøkspersonene løftet bena høyere opp i motsetning til tøyning av synergistene. ROM økte og dermed fikk man en bedre prestasjon som en akutt effekt. Men hans funn er den foreløpig mest logiske forklaringen på hvorfor benet blir løftet høyere opp i oppsparket. De signifikante resultatene støtter disse funnene.

5. Konklusjon

Resultatene stemte ikke over ens med hypotesen, siden det var kun antagonistene som ble tøyd. Forsøksgruppen skulle ha inneholdt flere forsøkspersoner slik at jeg kunne ha fått flere resultater. Det kunne ha bekreftet disse funnene med mer sikkerhet. Det også gjort lite forskning på samme område som denne studien tok for seg. Resultatene tilsier at man bør inkludere tøyingsrutine i oppvarmingen og funnene forteller videre at man får en økt bevegelse hos antagonistene. Det hjelper da agonisten til å få løftet svingfoten høyere opp, med en høyere hastighet enn uten tøyning. Selve agonisten påvirkes i en liten grad. Det skulle ha blitt gjort måling av muskel aktivisering for å få ett konkret svar på hvordan gluteus maximus påvirkes. Om resultatene hadde blitt annerledes med en lengre tøyingsprotokoll kunne ha vært spennende å utforske. Men man legger ikke inn lange tøyingsrutiner inn i oppvarmingen til TeamGym utøvere.

Som tilleggsinformasjon viser det seg at guttene bør legge inn passiv bevegelsestrening i sin oppvarming i motsetning til jentene som bør legge inn ballistisk i følge de individuelle verdiene. En blanding av aktiv og passiv bevegelsestrening anbefales å legges inn i oppvarmingsrutinen. Olympiatoppen (2012) støtter dette og anbefaler den passive metoden for å øke leddutslaget mens den aktive metoden anbefales for opparbeiding av kontroll og styrke i leddutslaget.

5.2 Tanker videre

Som en uerfaren forsker synes jeg prosessen har vært svært lærerik. Jeg synes fysiologien rundt bevegelsestrening er spennende, hvordan samspillet i kroppen fungerer. Jeg sitter igjen med en mye bredere forståelse om hvorfor tøying er bra eller dårlig for videre kraftutvikling. Det er fortsatt noen temaer jeg vil se litt nærmere på. Samtidig så mener jeg det er generelt for lite kunnskap blant trenere om bevegelsestrening. Det tøyes fordi hører til idretten. Dette kan være til god informasjon til trenere og lærere som underviser i denne idretten (TeamGym). Jeg håper de kan dra nytte av funnene og bruke dem i praksis, for eksempel i en konkurranse situasjon.

6. Litteratur

Andersen, Ø. (2015) *Tøyning: Om det du trodde du visste* Hentet 21 mai 2015 fra <https://muskelbloggis.wordpress.com/2015/01/10/toyning-om-det-du-trodde-du-visste/>

Bradley, P., Olsen, P. D. & Portas, M. D. (2007) The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (1), 223 - 226

Cramer, J. T., Beck, T. W., J. Housh, T. J., Massey, L. L., Marek, S. M., Danglemeier, S., Purkayastha, S.,... Egan, A. D. (2006) Acute effects of static stretching on characteristics of the isokinetic angle – torque relationship, surface electromyography, and mechanomyography *Journal of Sports Sciences*, 25, 687 – 698

Granzier, H. L. & Labeit, S (2006) The Giant Muscle Protein Titin is an Adjustable Molecular Spring *Exerc Sport Sci Rev*, 34, 50 – 53

Keitaro K., Hiroaki, K., Kawakami, Y & Fukunaga, T (2001) Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo *J Appl Physiol*, 90, 520 - 527

Kokkonen, J., Nelson, A. G & Cornwell, A. (1998) Acute Muscle Stretching Inhibits Maximal Strength Performance *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69, 411 – 415

McNeal, J.R., & Sands, W. A. (2001) *Static Stretching Reduces Power Production in Gymnasts* hentet 20 mai 2015 fra <https://usagym.org/pages/home/publications/technique/2001/10/stretching.pdf>

Mizuno, T., Matsumoto, M. & Umemura, Y. (2011) Viscoelasticity of the muscle-tendon unit is returned more rapidly than range of motion after stretching *Scandinavian Journal of Medicine & Science In Sports*, 23, 23-30

Myklebust, G. (2002) *Hva er sansemotorisk funksjon, og hvilke effekter har trening av sansemotorisk funksjon?* Hentet 05. februar fra http://www.klokavskade.no/upload/Publication/Myklebust_2002_Fageksamen%20NIH_Hva%20er%20sansemotorisk%20funksjon%20og%20hvilke%20effekter%20har%20trening%20av%20sansemotorisk%20funksjon.pdf

Nelson, A. G. & Kokkonen, J. (2001) Acute Ballistic Muscle Stretch Inhibits Maximal Strength Performance *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72, 415-419

NGTF (2008) *Dette er Troppsgymnastikk* hentet 1. Mars 2015 fra <http://www.gymogturn.no/konkurranse/troppsgym/Sider/Detteertroppsgymnastikk.aspx>

Olympiatoppen (2012) *Bevegelighet med tanke på utvikling av mobilitet* hentet 20 mai 2015 fra <http://www.olympiatoppen.no/fagomraader/trening/teknikkmotorikk/fagstoff/media33681.media>

Ryan, E. D., Beck, T. W., Herda, T. J., Hull, H. R., Hartman, M. J., Costa, P. B.,... Cramer, J. T. (2008) *The Time Course of Musculotendinous Stiffness Responses Following Different Durations of Passive Stretching* *Journal of Orthopaedic & Sport Physical Therapy*, 38, 632 - 639

Sampaio-Jorge, F., Rangel L. F. C., Mota, H. R., Morales, A. P., Costa L., Coelho, G. M. O., Ribeiro, B. G. (2014) Acute Effects of Passive Stretching on Muscle Power Performance *Journal of Exercise Physiology*, 17, 81 - 89

Siatras, T., (2014) Synergist And Antagonist Muscles Static Stretching Acute Effect During A V-Sit Position On Parallel Bars *Science of Gymnastics Journal*, 49, 49 - 59

Slapgaard, O. V., Bolle, J., Ekker, K. (2015) *Hva er bevegelighet* Hentet 05. Februar 2015 fra <http://ndla.no/nb/node/6669#related>

Smith, E. (2009) *Instruktøren – Kort innføring om fysiologi* Hentet 20 mai 2015 fra https://www.cappelendammundervisning.no/asset/EDITION/TEACHING_MATERIAL/fysiologi_31218.pdf?ts=1369912641000

Smith, L. L., Brunetz, M. H., Chenier, T. C., McCammon, M. R., Houmard, J. A., Franklin, M. E., & Israel, R. G. (1993) The effects of static and ballistic stretching on delayed onset muscle soreness and creatine kinase. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 64, 103-107.

Sølvborn, Sven A. (1985) *Stretching: For økt bevegelse, høyere prestasjonsevne og forebygging av skader* (1.utg) Oslo: Teknologisk Forlag

Wirhed, R. (2006) *Bevægelsestræning* Hentet 21 mai 2015 fra

<http://www.dif.dk/~media/foreningsliv/udgivelser/pdf/bev%C3%A6gelighedstr%C3%A6ning.pdf>

7. Vedlegg 1

Tabelloversikt over de individuelle forskjellene

- de høyeste resultatene er uthevet

	Jente 1				Jente 2			
	Hastighet	Posisjon	Hastighet 10	Posisjon 10	Hastighet	Posisjon	Hastighet 10	Posisjon 10
	Test 1	Test 1	Test 2	Test 2	Test 1	Test 1	Test 2	Test 2
Uten Tøy	2,071	55,3	1,855	49,95	2,225	65,92	1,897	66,54
Statisk	2,116	58,36	2,219	56,96	2,238	63,22	2,318	65,04
Ballistisk	2,374	59,27	1,626	50,95	1,906	67,37	3,045	70,92
	Jente 3				Jente 4			
	Hastighet	Posisjon	Hastighet 10	Posisjon 10	Hastighet	Posisjon	Hastighet 10	Posisjon 10
	Test 1	Test 1	Test 2	Test 2	Test 1	Test 1	Test 2	Test 2
Uten Tøy	2,464	52,81	2,128	52,15	1,922	60,58	1,662	54,27
Statisk	2,26	58,12	2,171	58,71	2,031	57,65	2,358	60,78
Ballistisk	2,265	57,48	2,339	57,07	2,229	56,31	2,253	60,37
	Gutt 1				Gutt 2			
	Hastighet	Posisjon	Hastighet 10	Posisjon 10	Hastighet	Posisjon	Hastighet 10	Posisjon 10
	Test 1	Test 1	Test 2	Test 2	Test 1	Test 1	Test 2	Test 2
Uten Tøy	1,545	41,22	1,833	49,1	2,631	57,21	2,861	58,54
Statisk	2,191	56,31	1,935	50,99	3,402	76,52	3	65,44
Ballistisk	2,047	49,95	2,078	48,13	2,913	70,72	3,289	65,27
	Gutt 3				Gutt 4			
	Hastighet	Posisjon	Hastighet 10	Posisjon 10	Hastighet	Posisjon	Hastighet 10	Posisjon 10
	Test 1	Test 1	Test 2	Test 2	Test 1	Test 1	Test 2	Test 2
Uten Tøy	2,363	56,89	2,533	50,57	1,996	57,1	1,56	49,34
Statisk	2,323	60,1	3,126	63,95	1,786	51,66	2,185	54,76
Ballistisk	2,831	63,38	2,915	62,98	1,971	51,23	1,651	45,76