

Performance Boost påvirkning af muskelstyrken hos kvindelige elitefodboldspillere



MUSKULOSKELETAL FYSIOTERAPI
INTERN VEJLEDER:
EKSTERN VEJLEDER:

KANDIDATSPECIALE 4. SEMESTER
MATHIAS VEDSØ KRISTIANSEN
KRISTIAN THORBORG

Resumé

Baggrund

De seneste år har der været stor vækst i antallet af kvindelige fodboldspillere, både internationalt og i Danmark. Dette har medført en øget professionalisering og en stigning i de fysiske krav, der bliver stillet. Når de fysiske krav øges, stiger skadesrisikoen, hvor skader i knæ, ankel og muskelskader i underekstremiteten er de hyppigst observerede. Der er manglende litteratur omkring skadesforebyggende træning ved muskelskader hos kvindelige fodboldspillere. Performance boost er et skadesforebyggende træningsprogram, der anbefales til kvindelige fodboldspillere. Formålet med studiet er at undersøge, hvilken indflydelse performance boost har på muskelstyrken hos kvindelige elitefodboldspillere.

Metode

Studiet er et pre- til postinterventionsstudie, hvor en dansk kvindeligatrup testes i muskelstyrke, sprint og countermovement jump (CMJ) før og efter 8 uger med Performance Boost. I muskelstyrketestene blev deltagerne testet i eksentrisk adduktion, isometrisk udadrotation samt rate of force development (RFD) og isometrisk muskelstyrke i hamstring og adduktion.

Resultater

En statistisk signifikant stigning blev fundet ved muskelstyrke i eksentrisk adduktion på 3.5 ± 0.4 til 3.9 ± 0.4 Nm/Kg ($p=0.008$). I rate of torque development (RTD) 0-100ms. ses fremgang fra 9.1 ± 4.2 til 11.0 ± 5.3 Nm/kg ($p=0.05$) og ved 200 ms. fra 6.4 ± 2.2 til 7.7 ± 2.9 Nm/kg ($p=0.008$) samt isometrisk adduktion fra 2.1 ± 0.4 til 2.4 ± 0.4 Nm/Kg ($p=0.003$). Der var en præstationsfremmende effekt ved CMJ fra $44,2$ cm. ± 5.7 til post-test 46.6 cm ± 4.7 ($p=0.02$). Der blev fundet en stærk statistisk signifikant korrelation mellem CMJ og RTD₁₀₀ adduktion på $r=0.95$ ($p=0.001$) samt CMJ og RTD₂₀₀ adduktion på $r=0.93$ ($p=0.003$).

Konklusion

Efter 8 uger har Performance Boost haft en positiv påvirkning på muskelstyrken i hoftens adduktorer samt CMJ. Da studiet ikke har haft en kontrolgruppe, kan det ikke konkluderes, at Performance Boost er den primære årsag til de opnåede stigninger i muskelstyrke og CMJ.

Abstract

Background

There has been a great development in numbers of female soccer players both internationally and in Denmark. The development has an impact on professionalism and an increase in physical demands, and the potential risk of injuries might expand equivalently. The most frequent injuries in female soccer relate to knee, ankle, and muscle injuries in the lower extremities. There is a lack of studies regarding prevention programs on muscle injuries in female soccer. Performance Boost is a prevention program for Anterior Cruciate Ligament-injuries recommended for elite female soccer players. The aim of this study is to explore the impact of performance boost on the muscle strength of female elite soccer players.

Methods

The study is a pre to post intervention study on a Danish female elite soccer team. Before and after 8 weeks of intervention with Performance Boost, the participants were tested in muscle strength (eccentric adduction, isometric external rotation, rate of force development, isometric hamstring and isometric adduction), sprint and countermovement jump (CMJ).

Results

A statistically significant increase in muscle strength was found in eccentric adduction of 3.5 ± 0.4 to 3.9 ± 0.4 Nm/Kg ($p=0.008$). Rate of torque development (RTD) 0-100ms. increased from 9.1 ± 4.2 to 11.0 ± 5.3 Nm/kg ($p=0.05$) and 200ms. from 6.4 ± 2.2 to 7.7 ± 2.9 Nm/kg ($p=0.008$). Isometric adduction increased from 2.1 ± 0.4 to 2.4 ± 0.4 Nm/Kg ($p=0.003$). The study found an increase in CMJ from $44.2\text{cm} \pm 5.7$ to $46.6\text{cm} \pm 4.7$ ($p=0.02$). A strong statistically significant correlation was found between CMJ and RTD₁₀₀ adduction of $r=0.95$ ($p=0.001$) and CMJ and RTD₂₀₀ adduction of $r=0.93$ ($p=0.003$).

Conclusion

8 weeks of Performance Boost has a positive impact on muscle strength in hip adductors and CMJ. Since the study didn't have a control group, it can't be concluded that the increase in strength and CMJ is due to Performance Boost.

Indholdsfortegnelse

Problembaggrund	1
Metode	4
<i>Deltagere</i>	<i>4</i>
<i>Etiske overvejelser</i>	<i>4</i>
<i>Studiedesign</i>	<i>4</i>
<i>Testprocedure</i>	<i>5</i>
<i>Analyse</i>	<i>9</i>
Resultater	11
<i>Muskelstyrke.....</i>	<i>12</i>
<i>Countermovement jump og sprint.....</i>	<i>14</i>
<i>Korrelationsanalyse</i>	<i>14</i>
Diskussion	16
<i>Hoftens adduktorer</i>	<i>16</i>
<i>Hamstring</i>	<i>17</i>
<i>Hoftens udadrotatorer.....</i>	<i>18</i>
<i>Countermovement jump.....</i>	<i>18</i>
<i>Sprint</i>	<i>19</i>
<i>Korrelation.....</i>	<i>19</i>
<i>Begrænsninger.....</i>	<i>20</i>
Konklusion	20
Perspektivering	20
Referenceliste	22

Problembaggrund

Gennem de seneste år har kvindefodbold oplevet stor vækst i antallet af medlemmer. Tal fra UEFA viser, at der i 2017 var registreret 1.4 mio. kvindelige fodboldspillere, mens der i 2019 var registreret 1.9 mio. fodboldspillere i de nationale forbund.(1) I 2019 var der registreret 61.668 kvindelige fodboldspillere i alle aldre i Danmark.(2) På eliteniveau i Europa er der ligeledes sket en udvikling, hvor antallet af professionelle og semiprofessionelle kvindelige fodboldspillere er mere end fordoblet på 4 år.(1) Dette har medført, at de fysiske krav til fodboldspillerne også er øget i form af bl.a. større træningsvolumen, intensitet og frekvens, hvilket kan føre til større risiko for skader.(3) Et studie af López-Valenciano et al. indikerer, at forekomsten af skader hyppigst sker i kampsituationer med en incidens på 19.2 per 1000 timers kampeksposering, mens tallene er 3.5 per 1000 timers eksponering ved træning.(3) En metaanalyse viser desuden, at op til 85 % af alle skader er lokaliseret i underekstremiteterne, hvor de hyppigst afficerede områder er knæ (23 %), lår (21 %) og ankel (18 %).(4) De mest almindelige typer af skader, der ses ved kvindelige elitefodboldspillere, er skader på ligament (34 %), efterfulgt af muskelskader (27 %) og skader på bløddele opstået ved slag (15 %).(4) Der tegner sig ikke et entydigt billede i litteraturen af de hyppigst observerede muskelskader hos kvindelige elitefodboldspillere, dog er der enighed om at skader i quadriceps, hamstring og lyske er hyppige muskelskader.(3,5,6) Der findes derimod konsensus om, at muskelskader i kvindefodbold er multifaktorielt, og at det er et komplekst sammenspil mellem interne og eksterne risikofaktorer. Antallet af risikofaktorer til stede er dog ikke afgørende for, at en skade sker, da dette også afhænger af omstændighederne omkring selve begivenheden.(7–9)

I litteraturen beskrives de interne risikofaktorer som værende f.eks. alder, køn, kropssammensætning, tidligere skade og muskelstyrke, mens de eksterne risikofaktorer beskrives som f.eks. sportsudstyr (sko, beskyttelsesudstyr osv.) og miljø (underlag, vejr osv).(9,10) Et studie af Nilstad et al. konkluderer, at et øget BMI er en risikofaktor for muskelskader i låret, og at det kan øge risikoen med op til 51 %. Studiet nævner desuden, at nedsat muskelstyrke kan være en risikofaktor for udvikling af muskelskader i låret hos kvinder.(8) Der er endnu ikke lavet meget forskning omkring specifikke risikofaktorer for skader i kvindefodbold. Ved at se på forskningen inden for fodbold hos mænd, ser man flere studier, der påpeger nedsat muskelstyrke samt styrkeratioen mellem agonist og antagonist som risikofaktorer for muskelskader i lyske og

hamstring.(11–14) På mange måder kan man sammenligne fodbold mellem mænd og kvinder, da det er det samme spil og de samme regler. Der er dog nogle fysiske forskelle, bl.a. at kvinderne løber langsommere og kortere, både i sprint og almindeligt spil.(15–17) Samtidig har kvinderne længere perioder i løbet af en kamp ved lavere belastning.(16) Derudover udtrættes kvinder tidligere,(18) og deres præstation falder hurtigere i løbet af anden halvleg end mændene.(16) I både kvinde- og herrefodbold ses mange af de samme typer skader, dog med mindre forskelle i incidensen.(6) Ved kvinder ses der f.eks. flere skader på forreste korsbånd (ACL), mens der ved mænd ses flere muskelskader end ved kvinder.(6) Med forbehold i de fysiologiske og anatomiske forskelle kønnene imellem,(19) og på de fysiske parametre under kamp,(16) bliver der i dette studie også benyttet studier på mandlige fodboldspillere, da litteraturen inden for kvindefodbold fortsat er mangelfuld.

Under FIFA Women's World Cup i 2019, sendte en gruppe forskere et spørgeskema til samtlige spillere, hvor de skulle svare på forskellige spørgsmål omkring risikofaktorer for skader, tilgang til sundhedsstab samt egne tanker om skadesforebyggelse.(20) Resultaterne viste bl.a., at 53 % mente, at lav muskelstyrke var den største årsag til skader, og samtidig var det den eneste interne risikofaktor, de påpegede.(20) Derudover fremhævede de 7 eksterne faktorer, der kunne være årsag til skade. Dette var bl.a. underlag, for meget træning, nedsat restitutionstid, hårdere tacklinger og lignende.(20) Der var stor enighed blandt spillerne om, at skadesforebyggende øvelser var vigtigt, og over halvdelen var positive over at bruge noget af træningstiden til at lave øvelser.(20) Det er vist at øvelser, som f.eks. Nordic hamstring, kan have en skadesforebyggende- og præstationsfremmende effekt,(21) og at øvelserne med fordel kan udføres i perioder med lavere belastning, som f.eks. i pre-season.(13) De enkelte øvelser kan sammensættes til skadesforebyggende øvelsesprogrammer med forskellige fokuspunkter, som bl.a. ses i FIFA11 og FIFA11+, som er to kendte opvarmningsprogrammer med bevist skadesforebyggende effekt.(22–26) Et andet øvelsesprogram, der er udviklet med det formål, at forebygge ACL-skader hos kvindelige fodboldspillere, er Performance Boost. Programmet består af øvelserne Nordic hamstring, Copenhagen hip adduction, "muslingen" og et-bens hop. Nordic hamstring har vist positive effekter i forhold til at reducere skader i hamstring med 51 %, både hvor øvelsen står alene, men også som en del af et program.(21,27) Lignende positive effekter ses ved Copenhagen hip adduction, hvor øvelsen kan være med til at øge muskelstyrken i

hoftens adduktorer. Derudover øges styrkeratioen mellem hofteadduktor og -abduktor, og dermed reducere risikoen for muskelskade i lysken.(14) Af samme grund er øvelsen “muslingen” med, da den har til formål at ramme musculus gluteus medius (glut. med), som er den primære hofteabduktor. (28)

Flere af øvelserne i Performance Boost er vist at have en skadesforebyggende effekt i form af øget muskelstyrke på mænd, hvilket kan være med til at reducere risikoen for muskelskader.(13,14,21) Dansk Boldspil Union har gennem de sidste 3 år opfordret de kvindelige fodboldspillere til at udføre Performance Boost 2 gange om ugen.(29) Performance Boost skal udføres ved siden af deres normale træning som forebyggelse af ACL-skader. Der foreligger på nuværende tidspunkt ingen litteratur for, om dette øvelsesprogram har nogen skadesforebyggende effekt generelt. Indtil 2021 var der lavet 497 studier på skader i kvindefodbold, hvor næsten halvdelen omhandler incidens og placering af skader.(30) Dette indikerer, at der er behov for yderligere forskning på området, især inden for forebyggelse af muskelskader ved kvindelige elitefodboldspillere. Formålet med dette studie er, at undersøge om Performance Boost kan have en indflydelse på muskelstyrken hos kvindelige elitefodboldspillere over en periode på 8 uger.

Problemformulering

Hvilken påvirkning har Performance Boost på muskelstyrken hos kvindelige elitefodboldspillere målt med styrketest på hamstring, hofteadduktorer og udadrotatorer på det dominante ben?

Metode

Deltagere

22 fodboldspillere fra en kvindelig fodboldklub i den danske Gjensidige kvindelige blev udvalgt til at deltage i studiet. Kriterierne for at blive inkluderet i studiet var, at deltagerne skulle være kvinde, over 18 år, elitefodboldspiller og tale dansk eller engelsk. Hvis en deltager var skadet eller fraværende ved første test, blev hun ekskluderet. Hvis der undervejs i forløbet opstod sygdom eller skade, blev det i samarbejde med sundhedsstaben besluttet, om deltageren skulle fortsætte interventionen, have en kort pause eller ekskluderes.

Etiske overvejelser

Studiet var fritaget for anmeldelse ved videnskabsetisk komité (jævnfør komitélovens § 14, stk. 1, jf. § 2, nr. 1-3), da det i komiteen blev vurderet, at deltagerne ikke ville blive udsat for ekstra belastning. Alle deltagere havde inden studiets start underskrevet en samtykkeerklæring, hvor de blev informeret om, at de til enhver tid havde mulighed for at trække deres samtykke tilbage. Alle data blev anonymiseret og billeder censureret, så deltagerne ikke kunne genkendes. Personfølsomt data blev desuden opbevaret i AAU fileshare-mappe.

Studiedesign

Studiet er et interventionsstudie, hvor én gruppe deltagere blev testet før og efter en 8 ugers interventionsperiode.

Testprocedure

På testdagen mødte deltagerne ind til 15 min. opvarmning bestående af dynamisk stræk og sving, løb, retningsskift og sprint (yderligere beskrivelse i arbejdsblad). Efter opvarmning blev testene udført i følgende rækkefølge; sprint, countermovement jump (CMJ) og muskelstyrketest. Sprint og CMJ blev udført indendørs i en hal på trægulv med løbesko, og muskelstyrketestene blev efterfølgende udført i to selvstændige rum i samme hal. Efter 8 ugers intervention blev samme testprocedure udført.

Sprint

Sprinttesten blev målt med fotoceller (Witty Dual Beam Timing System, Microgate, Bolzano, Italy) på en 20m lang lige strækning. For at måle acceleration var der mellemtider ved 5 og 10 m. Deltageren blev instrueret i, at startpositionen skulle være stående med forskudte fødder, hvor distancen blev målt fra forreste fod. Det var op til hver enkelt deltager, hvilken fod der var forrest.

Den første sprintgate blev placeret i 10 cm. højde lige foran den bagerste fod, hvilket medførte at deltageren automatisk brød strålen ved første fremadføring af bagerste ben. (fig. 1) De resterende sprintgates blev placeret i 117 cm højde svarende til hoftehøjde. Hver deltager fik to prøveforsøg og derefter to gældende forsøg med minimum 2 min. pause mellem hvert forsøg.



Figur 1: Placering af første sprintgates ved bagerste standfod i 10 cm. højde.

Countermovement jump

CMJ blev udført på en kontaktmåtte (Just Jump System, Probotics, Inc., Huntsville, AL, USA) hvor deltagerne stod med hoftebreddes afstand og hænderne placeret på hoften med albuen bøjet og pegende til siden (Akimbo). Deltagerne blev instrueret i at hoppe så højt som muligt med to fods afsæt samt lande samme sted med strakt hofte og knæ. Hver deltager fik et prøveforsøg og derefter to gældende forsøg.

Muskelstyrketest

Der blev anvendt et håndholdt dynamometer (HHD) Hoggan microFET2 (Hoggan Scientific L.L.C, Salt Lake City UT, USA) til måling af muskelstyrke. Muskelstyrken blev målt i fire forskellige opstillinger, hvor deltagerne i det ene lokale fik målt eksentrisk muskelstyrke i hoftens adduktorer samt isometrisk muskelstyrke i hoftens udadrotatorer. I det andet lokale blev hoftens adduktorer og hamstring målt i isometrisk muskelstyrke og rate of force development (RFD).

Fremgangsmåden ved muskelstyrketesten var inspireret af et studie fra Ishøi et al.(31) HHD blev kalibreret efter producentens forskrifter inden muskelstyrketesten. Målingerne blev udført af to erfarne testere, der var tilknyttet studiet. Muskelstyrketestene blev foretaget på deltagerens dominante ben, hvor fuld benlængde og underbenslængde blev målt for at kunne ensrette måleenheder i den videre dataanalyse. Hver deltager fik to opvarmningsforsøg på hhv. 50 og 100%, før de blev bedt om at udføre tre gældende forsøg på 100%. Resultatet fra målingen med HHD blev målt i Newton og efterfølgende noteret i et excel-ark. Hvert forsøg varede 5 sekunder med 60 sekunders pause. Tester kom med tilråb 1 gang i sekundet i samme tonefald ved alle forsøg. Efter hvert forsøg blev der spurgt ind til, om det fremprovokerede nogen form for utilpashed eller smerte, og hvis det var tilfældet, blev dette noteret i samme excel-ark.

Isometrisk udadrotation

Deltageren sad på kanten af briksen med knæhaserne mod brikskanten. Deltageren blev bedt om at sidde med ret ryg og holde ved kanten med hænderne i siden på briksen. HHD blev placeret 5 cm over mediale malleol. (Fig. 2) Tester sad på stol overfor deltageren og sørgede for en "låst" position ved at placere albuen fra hånden med HHD mod sit ben. Den anden arm blev placeret på kanten af briksen i modsatte side og holdte dermed igen på det ben, der skulle presse.



Figur 2: Opstilling til måling af isometrisk muskelstyrke med håndholdt dynamometer for hoftens udadrotatorer.

Eksentrisk adduktion

Deltageren lå på siden med det dominante ben nederst. Det nondominante ben lå med 90 graders fleksion i hofte og knæ hvilende i 20 cm. højde med hofterne i lige linje. Nederste arm lå strakt og blev brugt som støtte til hoved, mens modsatte arm holdte fast i kanten af briksen. Benet, der skulle testes, blev hævet passivt af tester til en vinkel på 45 graders adduktion, hvor HHD blev placeret 5 cm over mediale malleol. (Fig. 3) Tester pressede imod, mens deltageren holdte igen, indtil spændingen blev brudt. Hver enkelt testforsøg varede i 5 sek.



Figur 3: Opstilling til måling af muskelstyrke med håndholdt dynamometer af eksentrisk adduktion.

Rate of force development adduktion

RFD for adduktorene blev udført i rygliggende stilling, hvor deltageren holdte fast på hver side af briksen. Deltagerne fik spændt et bælte over begge lår for at sikre, at benene var fikseret og for at forhindre en fleksion i hoften. (Fig. 4) De blev instrueret i, at tæerne skulle pege opad. Tester sad på en stol ved fodenden af briksen, hvor HHD blev placeret 5 cm over den mediale malleol. (Fig. 5) Testers albue støttede på indersiden af modsatte fod. Deltageren blev derefter instrueret i at presse begge ben så hurtigt og så hårdt som muligt mod henholdsvis HHD og testers albue. Ved denne opsætning blev der i målingen både registreret maksimal isometrisk



Figur 4: Opstilling til måling af muskelstyrke i isometrisk adduktion samt rate of force development i hoftens adduktorer.

muskelstyrke samt RFD efter henholdsvis 100 og 200 millisekunder (ms.). Hele testforsøget varede 5 sek. Målingerne blev automatisk registreret på computeren via computerprogrammet TBS (Hoggan, Scientific L.L.C., Salt Lake City, USA) og derefter gemt i et dokument.



Figur 5: Placering af håndhold dynamometer ved måling af isometrisk muskelstyrke og rate of force development i hoftens adduktorer.

Rate of force development hamstring

RFD for hamstring blev udført liggende på maven, hvor deltageren holdte fast med hænderne i siden af briksen. Deltageren fik spændt et bælte over hofte/balde for at sikre, at der ikke blev kompenseret ved at bruge hoften. Et andet bælte blev placeret fra tværbjælken på briksen og op til deltagerens akillessene, hvor HHD blev placeret. Deltagerens ben blev passivt løftet af tester til en udgangsposition på 15 graders knæflexion, som blev målt med et goniometer. (Fig. 6) Deltageren blev derefter instrueret i at bøje sit knæ på det dominante ben så hurtigt og hårdt som muligt. Ved denne opsætning blev der i målingen både registreret maksimal isometrisk muskelstyrke samt RFD efter henholdsvis 100 og 200 ms. Hele testforsøget varede 5 sek. Målingerne blev automatisk registreret på computeren via computerprogrammet TBS (Hoggan, Scientific L.L.C., Salt Lake City, USA) og derefter gemt i et dokument.



Figur 6: Benet er blevet hævet til udgangsposition, for at udføre rate of force development samt måling af muskelstyrke i hamstring.

Intervention

Interventionen startede den 3/2-2022 og blev afsluttet efter 8 uger den 31/3-2022. Performance Boost, som indeholder Nordic hamstring, Copenhagen hip adduction, "muslingen" og 1-bens hop, blev udført 3 gange om ugen ved siden af deres normale træning (se arbejdsblad for yderligere beskrivelse). De første 2 uger blev øvelserne udført i 2 sæt af 6 gentagelser. De næste 2 uger blev programmet udført i 3 sæt af 6 gentagelser, mens deltagerne udførte 3 sæt af 8 gentagelser de sidste 4 uger. Hver øvelsessession blev superviseret af en fysioterapeut tilknyttet studiet. Efter hvert træningspas skulle deltagerne angive den relative belastning af øvelsen målt på Rating of Percieved Exertion (RPE) på en skala fra 1-10. Derudover blev de inden hver øvelsessession bedt om at angive, hvor meget muskelømhed de oplevede efter sidste session med øvelserne. Dette blev gjort ved at angive niveauet af Delayed Onset of Muscular Soreness (DOMS) på en skala fra 0-10, og samtidig fungerede arket også som en logbog over deres træningspas. For at indrapportere disse værdier blev hver deltager tildelt et individuelt rapporteringsskema via Google Sheet, som var tilgængelig gennem både app og computer. Efter hver øvelsessession blev der sendt en påmindelse til alle deltagere via WhatsApp om at huske indrapportering af RPE og DOMS.

Analyse

Alle gældende forsøg fra hver test blev noteret i et dataark. Herefter blev alle målinger gennemgået, og de bedste resultater fra hver deltager i hver test blev benyttet til videre analyse.

Dataprocessering

RFD-værdien blev udregnet som den gennemsnitlige forandring i kraft pr. sekund i tidsintervallerne 0-100 ms. og 0-200 ms.

Alle målingerne med HHD var i Newton. For at omregne dem til Newtonmeter (Nm), blev det først ganget med hhv. længden af underbenet i udadrotation og hamstring samt fuld benlængde ved målingerne af adduktion. Efterfølgende blev det omregnet til Nm/kg ved at dividere Nm med deltagerens vægt. Da værdierne blev omregnet fra kraft til drejningsmoment gjorde det, at rate of force development blev ændret til rate of torque development (RTD), og dette vil blive benyttet i resultatafsnittet.

Dataanalyse

Til analyse af den indsamlede data blev analyseprogrammet STATA (StataCorp. 2021. Stata Statistical Software: Release 17. College Station, TX: StataCorp LLC) benyttet.

For at afgøre hvilken statistisk test, der skulle køres, blev der undersøgt, om alle forudsætninger var opfyldt. For at kunne opfylde forudsætningerne om normalfordeling, blev det afdækket med histogram, Q-Q plot og Shapiro Wilks, hvor flertallet bestemte hvis ikke der var overensstemmelse mellem testsvarene.

Hvis alle forudsætninger var opfyldt, blev der kørt en parret t-test. Hvis ikke de var opfyldt, blev Wilcoxon matched-pairs signed-rank test benyttet i stedet. Data blev præsenteret som gennemsnitsværdi for baseline og follow-up med en $\pm$ standarddeviation ($\pm$).

For at finde effect-size, blev der benyttet formelen til udregning af Cohen's D (d) for parret data.

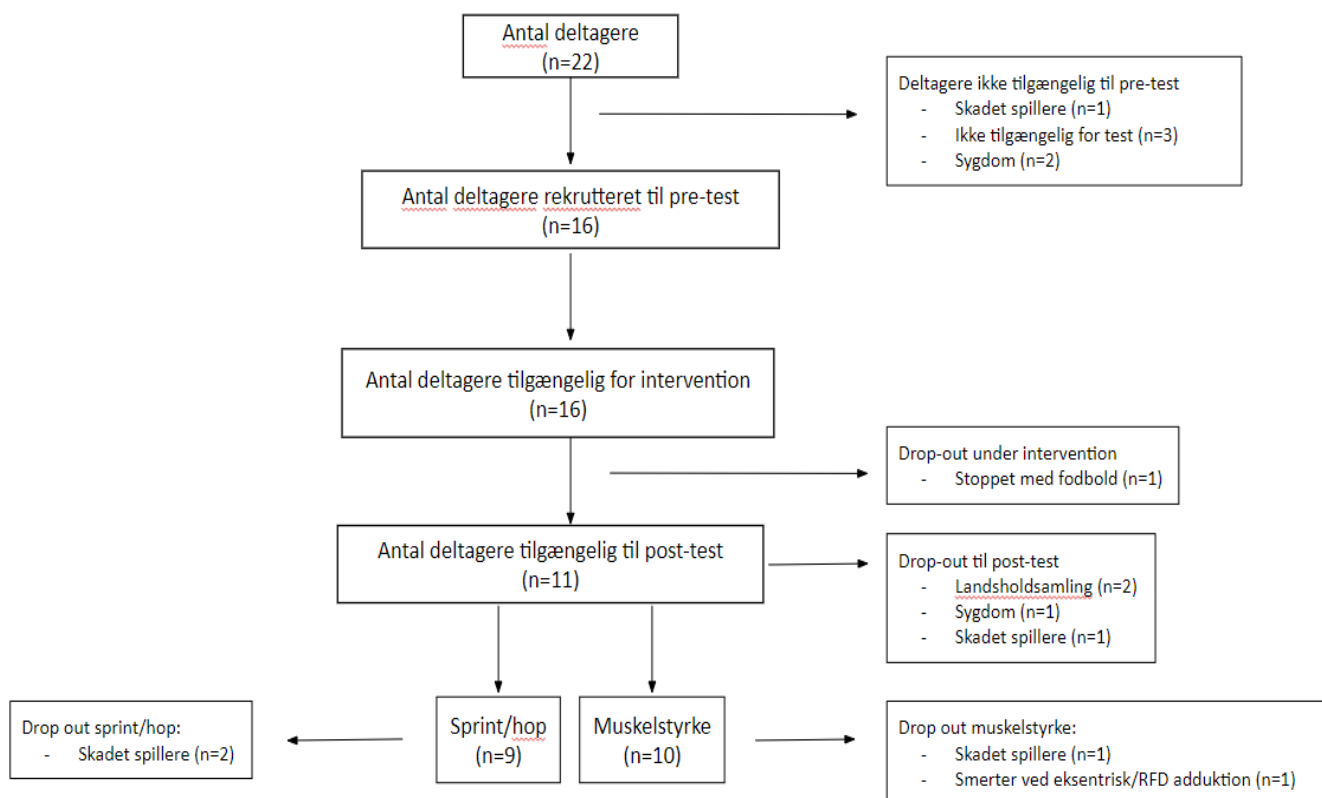
Der blev efterfølgende lavet en korrelationsanalyse mellem muskelstyrketest og henholdsvis sprint og CMJ fra pre- til post-test. Denne blev lavet ved først at finde forskellene fra pre- til post-test i hver enkelt test. Derefter blev der lavet en Pearssons korrelationsanalyse for de parametriske og en Spearman korrelationsanalyse for de nonparametriske data.

Signifikansniveauet var sat til $p \leq 0,05$ for alle de statistiske test.

Resultater

Ud af de 22 deltagere, der blev rekrutteret til studiet, var 16 deltagere tilgængelige til pre-test og intervention, mens 11 deltagere var tilgængelige til post-testen. Undervejs i forløbet blev flere deltagere ekskluderet på grund af skade, sygdom eller fravær af årsager, der ikke var relateret til øvelserne i interventionen. (fig. 7) De 16 deltagere, der var tilgængelige til pre-testen, havde en gennemsnitsalder på $22.4 \text{ år} \pm 3.3$, gennemsnitsvægt på $64.8 \text{ kg} \pm 6.6$, gennemsnitshøjde på $168.4 \text{ cm} \pm 6.5$ og et gennemsnits BMI på 22.8 ± 1.3 .

De deltagere, der fuldførte de 8 ugers intervention, udførte i gennemsnit 19.5 træningspas, svarende til 78% (min. 14, max. 24). 58% af deltagerne gennemførte 20 eller flere træningspas (for graf se arbejdsblad). Ud fra deltagernes afrapporteringsskemaer ses det, at Nordic hamstring og "muslingen" er de øvelser, hvor deltagerne har været mest belastet. Den gennemsnitlige RPE-værdi er 6.7 ± 0.7 i Nordic hamstring, mens den ved "muslingen" er 6.0 ± 0.8 . Deltagerne vurderer Copenhagen hip adduction lidt lavere med et gennemsnit på 4.0 ± 0.6 . Samtidig er etbens-hop den øvelse, hvor de oplever mindst belastning med et gennemsnit på 1.6 ± 0.3 . Der ses ingen forskel på RPE-værdierne, når der øges i antal af gentagelser eller sæt under interventionen (for gennemsnit pr. uge, se arbejdsblad). I forhold til DOMS var der let forhøjede værdier efter den første uge med et gennemsnit på 5.4, sammenlignet med de andre uger, hvor gennemsnittet var 4.2 (for tabel, se arbejdsblad).

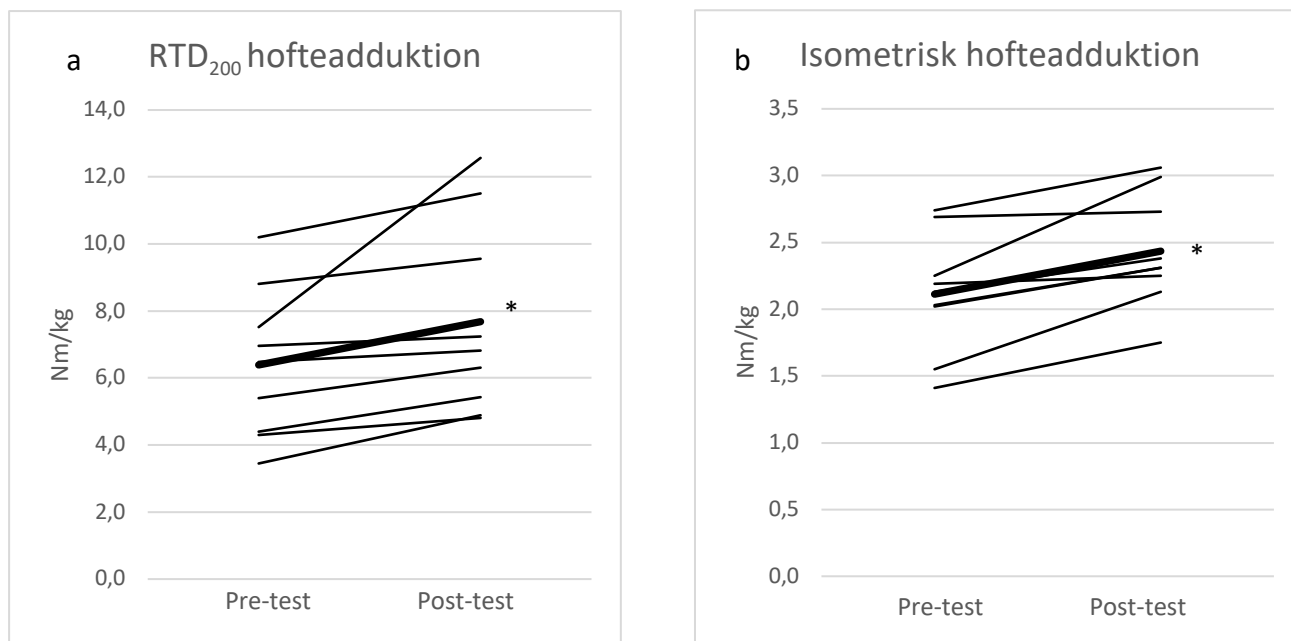


Figur 7: Flow-chart over deltagelsen i løbet af studiet.

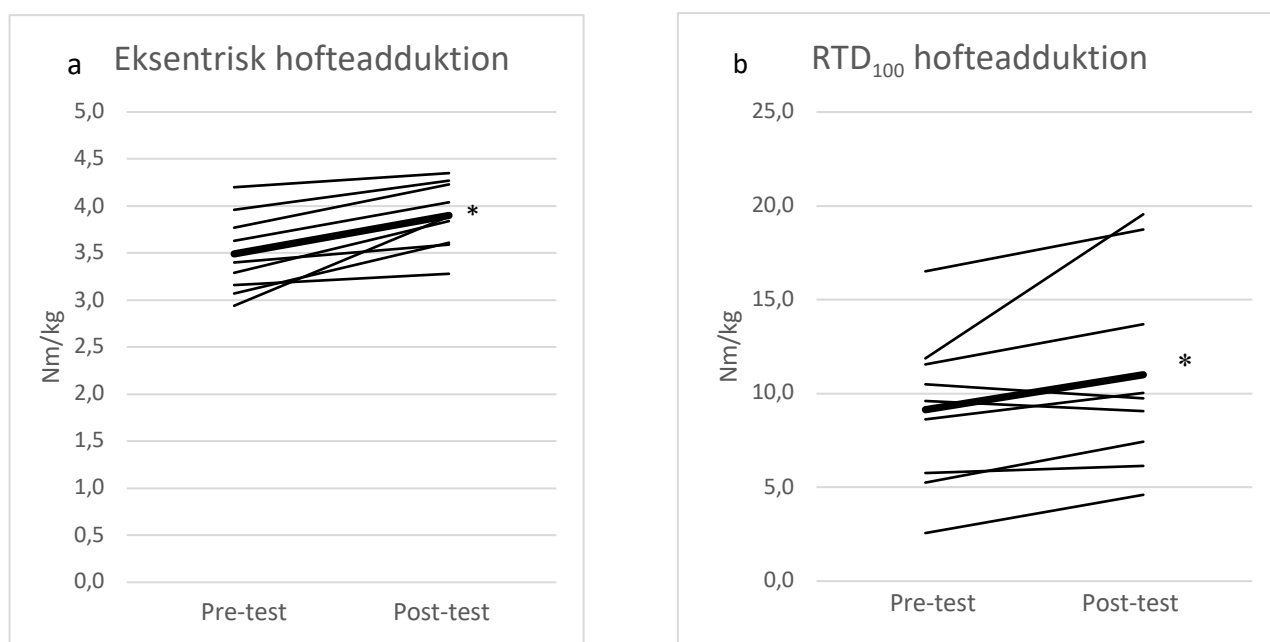
Muskelstyrke

Fra pre- til post-test ses der en statistisk signifikant stigning i muskelstyrke i hoftens adduktorer med en stigning fra 3.5 ± 0.4 til 3.9 ± 0.4 Nm/Kg ($p=0.008$) ($d=1.0$) i eksentrisk hofteadduktion (fig. 8a). I RTD hofteadduktion ses en signifikant stigning ved 100 ms. fra 9.1 ± 4.2 til 11.0 ± 5.3 Nm/kg ($p=0.05$) ($d=0.4$) (fig. 9b) og ved 200 ms. fra 6.4 ± 2.2 til 7.7 ± 2.9 Nm/kg ($p=0.008$) ($d=0.5$) (fig. 9a). Ved måling af den isometriske hofteadduktion ses en statistisk signifikant stigning fra 2.1 ± 0.4 til 2.4 ± 0.4 Nm/Kg ($p=0.003$) ($d=0.7$). (fig. 8b)

Ved isometrisk udadrotation af hoften, var der ingen signifikant forskel fra pre-test 0.78 ± 0.1 til post-test 0.81 ± 0.1 Nm/kg ($p=0.11$). I målingen af isometrisk hamstring ses ingen statistisk signifikant forskel fra pre-test 1.27 ± 0.2 til post-test 1.28 ± 0.23 ($p=0.72$). Ligeledes ses der ved begge RTD-hamstring ikke nogen statistisk signifikant forskel fra pre-test 5.5 ± 2.2 til post-test 6.1 ± 1.4 ($p=0.24$) ved 0-100ms. og ved 0-200 ms. fra pre-test 4.3 ± 1.3 til post-test 4.4 ± 0.9 ($p=0.75$). (For grafer af muskelstyrkemålinger i hamstring og hoftens udadrotatorer, se arbejdsblad)



Figur 8 A og B: Pre- til post-test muskelstyrkemåling af eksentrisk hofteadduktion (a) samt isometrisk hofteadduktion (b) i Nm/kg. *= statistisk signifikant, fed linje= gennemsnitsværdi, Nm = Newtonmeter



Figur 9 a og b: Pre- til post-test af rate of torque development hofteadduktion 0-200 millisekunder (a) samt rate of torque development hofteadduktion 0-100 millisekunder (b) i Nm/kg. *= statistisk signifikant, RTD= Rate of Torque Development, 200= 0-200 millisekunder, 100= 0-100 millisekunder, fed linje= gennemsnitsværdi, Nm= Newtonmeter

Countermovement jump og sprint

Ved måling af CMJ ses der en statistisk signifikant stigning fra pre-test $44.2 \text{ cm.} \pm 5.7$ til post-test $46.6 \text{ cm} \pm 4.7$ ($p= 0.02$) ($d=0.4$).

I 5 m. sprint ses der ingen statistisk signifikant forskel fra pre-test $1.2 \text{ sek.} \pm 0.06$ til post-test $1.4 \text{ sek.} \pm 0.3$ ($p= 0.26$). Der ses ligeledes ingen statistisk signifikant forskel på 10 m. sprint fra pre-test 2.0 ± 0.08 til post-test $2.2 \pm 0.4 \text{ sek.}$ ($p= 0.51$) eller på 20 m. sprint fra pre-test 3.4 ± 0.4 til post-test $3.5 \pm 0.1 \text{ sek.}$ ($p= 0.44$).

Korrelationsanalyse

For at undersøge, om der er en mulig sammenhæng mellem muskelstyrke og sprint samt muskelstyrke og CMJ fra pre- til post-test, blev der lavet en korrelationsanalyse.

Ved korrelationsanalyse fra pre- til post-test mellem muskelstyrke og CMJ, blev der fundet en statistisk signifikant stærk korrelation mellem CMJ og RTD_{100} adduktion $r=0.95$ ($p=0.001$) samt CMJ og RTD_{200} adduktion $r=0.93$ ($p=0.003$). Derudover blev der ikke fundet andre statistisk signifikante resultater mellem muskelstyrke og CMJ eller mellem muskelstyrke og nogle af sprintdistancerne. (tabel 1)

Tabel 1 – Korrelationsanalyse fra pre- til post-test (n=7)			
	Korrelationskoefficient (R)	Korrelationsvarians (R ²)	P-værdi
Sprint 5m.			
Eksentrisk adduktion	0.29	0.08	0.53
Isometrisk udadrotation	-0.36	0.13	0.38
Isometrisk adduktion	0.36	0.13	0.38
Isometrisk hamstring	0.10	0.01	0.82
RTD ₂₀₀ adduktion	-0.29	0.08	0.53
RTD ₁₀₀ adduktion	-0.27	0.07	0.55
RTD ₂₀₀ hamstring	0.70	0.49	0.05
RTD ₁₀₀ hamstring	0.62	0.38	0.10
Sprint 10m.			
Eksentrisk adduktion	0.32	0.10	0.48
Isometrisk udadrotation	-0.51	0.26	0.20
Isometrisk adduktion	0.51	0.26	0.20
Isometrisk hamstring	0.15	0.02	0.72
RTD ₂₀₀ adduktion	-0.26	0.07	0.58
RTD ₁₀₀ adduktion	-0.29	0.08	0.53
RTD ₂₀₀ hamstring	0.61	0.37	0.11
RTD ₁₀₀ hamstring	0.48	0.23	0.22
Sprint 20m.			
Eksentrisk adduktion	0.32	0.10	0.48
Isometrisk udadrotation	-0.45	0.20	0.26
Isometrisk adduktion	0.45	0.20	0.26
Isometrisk hamstring	0.17	0.03	0.68
RTD ₂₀₀ adduktion	-0.25	0.06	0.58
RTD ₁₀₀ adduktion	-0.28	0.08	0.54
RTD ₂₀₀ hamstring	0.63	0.40	0.10
RTD ₁₀₀ hamstring	0.51	0.26	0.20
Countermovement jump			
Eksentrisk adduktion	0.40	0.16	0.37
Isometrisk udadrotation	0.14	0.02	0.75
Isometrisk adduktion	-0.14	0.02	0.75
Isometrisk hamstring	-0.07	<0.01	0.86
RTD ₂₀₀ adduktion	0.95	0.90	<0.01*
RTD ₁₀₀ adduktion	0.93	0.86	<0.01*
RTD ₂₀₀ hamstring	-0.23	0.05	0.58
RTD ₁₀₀ hamstring	-0.20	0.04	0.64

Korrelationsanalyse fra pre- til post-test mellem muskelstyrke og henholdsvis countermovement jump og sprint for 5, 10 og 20m. RTD₁₀₀: Rate of torque development 0-100 millisekunder, RTD₂₀₀: Rate of torque development 0-200 millisekunder, *= statistisk signifikant $p \leq 0.05$.

Diskussion

Formålet med dette studie var at undersøge, hvilken påvirkning Performance Boost har på muskelstyrken hos kvindelige elitefodboldspillere, målt med muskelstyrketest på hamstring samt hoftens adduktorer og udadrotatorer. Studiets resultater viser en statistisk signifikant stigning i henholdsvis eksentrisk hofteadduktion, isometrisk hofteadduktion, RTD₁₀₀ og RTD₂₀₀ hofteadduktion samt CMJ. Ved korrelationsanalyse mellem muskelstyrketest og CMJ fra pre- til post-test ses der en statistisk signifikant positiv korrelation mellem CMJ og henholdsvis RTD₁₀₀ og RTD₂₀₀ hofteadduktion.

I de andre muskelstyrketest for hamstring og hoftens udadrotatorer samt i sprint, blev der ikke fundet statistisk signifikante ændringer. Derudover blev der ikke fundet statistisk signifikante korrelationer mellem de andre muskelstyrketest og CMJ. Ligeledes blev der ikke fundet statistisk signifikante korrelationer mellem muskelstyrketestene og sprintdistancerne 5, 10 og 20m.

Hoftens adduktorer

Nedsat muskelstyrke er i tidligere studier på mandlige fodboldspillere fremhævet som værende en risikofaktor for muskelskader i lyske og hamstring.(11–14) Et studie af Mosler et al. viste, at nedsat eksentrisk styrke i hoftens adduktorer øgede risikoen for lyskeskader hos mandlige fodboldspillere.(32) Nilstad et al. finder ligeledes, at nedsat muskelstyrke øgede risikoen for muskelskader i låret hos kvindelige fodboldspillere.(8) Et nyt studie fra Esteve et al. viser, at en øget muskelstyrke i squeeze-test på hoftens adduktorer med 0 graders hoftefleksion, i pre-season, er med til at reducere risikoen for muskelskader i hoftens adduktorer i in-season.(33) Den samme muskelstyrketest er anvendt i dette studie til måling af isometrisk adduktorstyrke og RTD målinger. Studiets resultater viser, at deltagerne er blevet statistisk signifikant stærkere i hoftens adduktorer efter 8 ugers intervention og dermed potentielt reducerer risikoen for lyskeskader. Dette stemmer overens med den identificerede litteratur omkring Copenhagen hip adduction, der alle har fundet øget eksentrisk muskelstyrke i hoftens adduktorer.(34–37) Dette kan tyde på, at Copenhagen hip adduction formentlig har været en årsag til den stigende muskelstyrke i hoftens adduktorer.

Hamstring

Resultaterne fra dette studie viste ingen statistisk signifikante ændringer ved muskelstyrken i hamstring, hvilket ikke stemmer overens med det meste af litteraturen på området. Et systematisk review fra Van Dyk et al., hvor Nordic hamstring er inkluderet i interventionen, har vist en øget muskelstyrke i hamstring og fandt, at risikoen for muskelskader i hamstring blev reduceret med 51%.⁽²¹⁾ Studierne, der er inkluderet i det systematiske review, har en interventionsperiode på mellem 10 uger og en hel sæson.⁽²¹⁾ Anden litteratur, som ligeledes har set på effekten af Nordic hamstring, har fundet en stigning i muskelstyrken i hamstring ved 4-8 ugers intervention.^(38,39) Længden på interventionen kan derfor ikke forklare de manglende resultater i dette studie, da den identificerede litteratur har vist stigning i muskelstyrke i hamstring med både kortere og længere interventionsperioder.

Volumen (sæt og repetitioner) kan også spille en rolle i forhold til effekten af Nordic hamstring, hvor litteraturen på området både viser effekt med en konstant og progredierende volumen. Volumen i litteraturen varierer fra 40 reps. om ugen op til 70 reps. om ugen.^(38,40) Volumen og progredieringen i interventionen for dette studie er tilsvarende lignende litteratur, hvor der var effekt og kan derfor ikke forklare de manglende resultater i dette studie.

Deltagerne i studiet har i gennemsnit en compliance på 78%, hvilket heller ikke kan forklare den manglende ændring i muskelstyrke i hamstring, da Ishøj et. al i deres studie har vist signifikant fremgang med en compliance på 60%.⁽⁴¹⁾ Den høje compliance blandt deltagerne kan skyldes, at interventionen har været placeret inden den normale styrketræning, som udføres i fællesskab, og at der samtidig har været en af projektgruppens medlemmer til stede ved hvert træningspas.^(42,43) Det kan diskuteres, om deltagerne er blevet udfordret nok i Nordic hamstring, da deres rapportering af RPE og DOMS ligger rimelig konstant i gennemsnit under hele interventionsperioden. Da deltagerne ikke har været vant til at udføre Nordic hamstring, ville det være forventeligt, at RPE og DOMS var højere i starten af interventionen. Ligeledes kunne der forventes en stigning i RPE og DOMS, når der øges i sæt og gentagelser.

Det kan betvivles, om det tilstedeværende gruppemedlem har været dygtig nok til at presse deltagerne og udfordret dem til at holde spændingen længere i selve øvelsen. Dette kan have været en medvirkende faktor til, at deltagerne ikke har opnået den ønskede stigning i

muskelstyrke i hamstring. Dermed opnåede de ikke en skadesforebyggende effekt i forhold til muskelskader i hamstring.

Hoftens udadrotatorer

Ved hoftens udadrotatorer blev der ligeledes ikke fundet nogle statistisk signifikante ændringer fra pre- til post-test. En mulig forklaring på den manglende stigning kan være, at deltageren, der skal yde modstand mod sin partner, har haft svært ved at vurdere graden af modstand.

På afrapportering af RPE på "muslingen" kan det i starten af interventionen ses, at deltagerne i gennemsnit beskriver RPE som værende høj, hvorefter RPE falder og holdes stabil, før den igen falder de sidste 2 uger. Dette kan tyde på, at deltagerne ikke er blevet presset nok til trods for, at der er sket en stigning i volumen. Flere studier beskriver RPE som værende et reliabelt redskab for at måle intensitet i forhold til blandt andet puls og styrke.(44–46) Dermed kan den RPE, som deltagerne rapporterer, ifølge litteraturen antages som værende troværdig.(44–47)

Udførelsen af "muslingen" er blevet gjort sideliggende med modstand fra partner og tyngde, hvorimod muskelstyrketesten af hoftens udadrotatorer er udført siddende på briksen, hvor deltagerne skulle presse mod HDD. Måden at teste hoftens udadrotatorer på har vist sig at være reliabel, men ikke valid sammenlignet med isokinetisk dynamometer.(48) Det kan diskuteres, om der er overførbarehed fra øvelsen til muskelstyrketesten.

Det vurderes, at den primære årsag til den manglende stigning i muskelstyrke af hoftens udadrotatorer er, at deltagerne ikke er blevet udfordret nok. Samtidig kan det ikke udelukkes, at forskellen mellem øvelse og test kan have haft en påvirkning på de manglende resultater.

Countermovement jump

Resultaterne i dette studie viser en statistisk signifikant stigning i CMJ fra pre-til post-test. Et studie af Falch et al. viser, at quadriceps og gastrocnemius er mest aktive i udførelsen af CMJ, men samtidig ses det, at adductor longus, glut. med. og biceps femoris også har en stor betydning i udførelsen af bevægelsen målt med elektromyografi (EMG).(49) På grund af adduktorkomplexens dybe placering, er det ifølge litteraturen ikke muligt at måle EMG-aktiviteten i adduktion.(50) Derfor kan det ikke vises, hvor aktiv adduktorkomplex er i Copenhagen hip adduction. Da det er

den største adduktor, kan man forestille sig, at den spiller en væsentlig rolle i Copenhagen hip adduction.

Grundet adduktor magnus har to dele, hvor den ene fungerer som en ekstensor af hoften,(51) og samtidig er den største af hoftens adduktorer, har den også en rolle i forhold til CMJ.

Falch. et al viser også, at ved unilateralt horisontalt hop, som kan sammenlignes med etbens-hop fra interventionen, ses der en endnu større EMG-aktivitet i adduktor longus, quadriceps og gastrocnemius end ved CMJ.(49) Ud fra den litteratur er det muligt, at øvelsen etbens-hop kan have haft en betydning for stigningen i CMJ.

Den statistisk signifikante stigning af muskelstyrken i hoftens adduktorer anses dog som værende den mest sandsynlige årsag til fremgangen i CMJ.

Sprint

Der blev i studiet ikke fundet nogen statistisk signifikante forbedringer fra pre- til post-test i sprinttider.

I litteraturen findes der ikke meget viden om, hvorvidt Nordic hamstring har en effekt på sprinthastigheden. To studier viste, at efter en 10 ugers træningsintervention med Nordic hamstring, opnåede interventionsgruppen en meget lav til ingen negativ effekt på sprinthastighed.(41,52) Det kan dermed se ud til, at Nordic hamstring ikke har nogen særlig effekt på sprinthastighed, hvilket kan forklare de manglende resultater.

Korrelation

I korrelationsanalysen fra pre- til post-test blev der fundet en statistisk signifikant stærk korrelation mellem CMJ og RTD₁₀₀ hofteadduktion samt mellem CMJ og RTD₂₀₀ hofteadduktion. Disse resultater bakker op om forklaringen om, at hoftens adduktorer spiller en rolle i CMJ,(49) der tidligere blev nævnt som årsag til den øgede hoppehøjde i CMJ. Der blev ikke fundet andre statistisk signifikante korrelationer mellem muskelstyrke og CMJ samt muskelstyrke og sprint. En årsag til dette kan være, at der ikke er fundet en statistisk signifikant stigning i muskelstyrke i hamstring, da litteraturen viser, at hamstring spiller en stor rolle i sprint.(53,54)

Begrænsninger

Dette studie er et klassisk interventionsstudie, hvor der ikke har været en kontrolgruppe grundet den tid og de ressourcer, der har været til rådighed i studiet. Dette har helt klart været en begrænsning for studiet, da det ikke er muligt at sige, om resultaterne er kommet af deres normale træning, på baggrund af Performance Boost eller andre faktorer, som ikke har været muligt at kontrollere.

Til måling af muskelstyrke kunne der med fordel have været benyttet et isokinetisk dynamometer, da denne metode er mere valid og reliabel end HHD.(55) Det har ikke været muligt, at have adgang til et isokinetisk dynamometer samt blive oplært i brugen af dette. Derudover var det ikke praktisk muligt, at få det tilpasset til deltagernes hverdag.

Der blev i stedet anvendt HHD, der i litteraturen har vist sig at være reliabelt og validt.(55–58)

Derudover har flere studier samtidig vist en god inter- og intratesterreliabilitet ved HHD.(31,56,59) HHD er valgt, da denne er nemmere at anvende i klinisk praksis og er væsentlig billigere.

Ved første test var der 16 deltagere til rådighed, men grundet skader, sygdom og landsholdsudtagelse, var der kun 10 deltagere til rådighed ved muskelstyrkemålingen og 9 deltagere til sprint og CMJ, hvilket giver en lille sample-size.

Konklusion

Efter en 8 ugers interventionsperiode har dette studie vist, at Performance Boost har påvirket hoftens adduktorer hos kvindelige elitefodboldspillere til en statistisk signifikant stigning i muskelstyrke på det dominante ben. Derudover har interventionen med Performance Boost haft en sekundær påvirkning i form af forbedret CMJ. Det kan dog ikke konkluderes, at Performance Boost er den direkte årsag til fremgangen, da der ikke har været en kontrolgruppe at sammenligne med i dette studie.

Perspektivering

Dette studie har vist, at på 8 uger med Performance Boost kan der opnås en stigning i muskelstyrke i hoftens adduktorer, som potentielt kan forebygge lyskeskader. Derudover kan Performance Boost muligvis have en præstationsfremmende effekt på CMJ for kvindelige elitefodboldspillere. Samtidig ses der i dette studie, at Performance Boost ikke har haft nogen

effekt på hoftens udadrotatorer, hamstring og på sprinttider.

Performance Boost kan udføres uden ekstra udstyr og i forbindelse med fodboldtræningen, hvilket kan gøre det nemmere at implementere i en travl hverdag.

Den viden, som studiet har givet, er væsentlig for sundhedsstaben, trænere og den fysiske stab omkring et elitehold, da dele af Performance Boost kan have en potentielt skadesforebyggende effekt på kvindelige elitefodboldspillere.

Referenceliste

1. UEFA. Women's football across the national associations 2017 [Internet]. Bd. 2017. UEFA; 69 s.
Tilgængelig hos:
https://www.uefa.com/MultimediaFiles/Download/OfficialDocument/uefaorg/Women%27sfootball/02/51/60/57/2516057_DOWNLOAD.pdf
2. FIFA. Women's football - Members Association survey report [Internet]. Bd. 2019. FIFA; 220 s.
Tilgængelig hos:
<https://digitalhub.fifa.com/m/231330ded0bf3120/original/nq3ensohyxpuxovcovj0-pdf.pdf>
3. López-Valenciano A, Raya-González J, Garcia-Gómez JA, Aparicio-Sarmiento A, Sainz de Baranda P, De Ste Croix M, m.fl. Injury Profile in Women's Football: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Med [Internet]. 1. marts 2021 [henvist 4. oktober 2021];51(3):423–42. Tilgængelig hos: <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01401-w>
4. Mayhew L, Johnson MI, Francis P, Lutter C, Alali A, Jones G. Incidence of injury in adult elite women's football: a systematic review and meta-analysis. BMJ Open Sport Exerc Med. 2021;7(3):e001094.
5. Hägglund M, Waldén M, Ekstrand J. Injuries among male and female elite football players. Scand J Med Sci Sports. december 2009;19(6):819–27.
6. Larruskain J, Lekue JA, Diaz N, Odriozola A, Gil SM. A comparison of injuries in elite male and female football players: A five-season prospective study. Scand J Med Sci Sports [Internet]. 2018 [henvist 12. oktober 2021];28(1):237–45. Tilgængelig hos: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/sms.12860>
7. Alahmad TA, Kearney P, Cahalan R. Injury in elite women's soccer: a systematic review. Phys Sportsmed. september 2020;48(3):259–65.

8. Nilstad A, Andersen TE, Bahr R, Holme I, Steffen K. Risk factors for lower extremity injuries in elite female soccer players. *Am J Sports Med.* april 2014;42(4):940–8.
9. Bahr R. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med [Internet]*. 1. juni 2005 [henvist 25. februar 2022];39(6):324–9. Tilgjengelig hos: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjism.2005.018341>
10. van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Med Auckl NZ.* august 1992;14(2):82–99.
11. Whittaker JL, Small C, Maffey L, Emery CA. Risk factors for groin injury in sport: an updated systematic review. *Br J Sports Med [Internet]*. juni 2015 [henvist 7. marts 2022];49(12):803–9. Tilgjengelig hos: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2014-094287>
12. Pizzari T, Green B, van Dyk N. Extrinsic and Intrinsic Risk Factors Associated with Hamstring Injury. I: Thorborg K, Opar D, Shield A, redaktører. *Prevention and Rehabilitation of Hamstring Injuries [Internet]*. Cham: Springer International Publishing; 2020 [henvist 7. marts 2022]. s. 83–115. Tilgjengelig hos: http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-31638-9_4
13. Lauersen JB, Andersen TE, Andersen LB. Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and meta-analysis. *Br J Sports Med [Internet]*. december 2018 [henvist 12. oktober 2021];52(24):1557–63. Tilgjengelig hos: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2018-099078>
14. Schaber M, Guiser Z, Brauer L, Jackson R, Banyasz J, Milette R, m.fl. The Neuromuscular Effects of the Copenhagen Adductor Exercise: A Systematic Review. *Int J Sports Phys Ther [Internet]*. 1. oktober 2021 [henvist 9. marts 2022]; Tilgjengelig hos: <https://ijspt.scholasticahq.com/article/27975-the-neuromuscular-effects-of-the-copenhagen-adductor-exercise-a-systematic-review>

15. Baumgart C, Freiwald J, Hoppe M. Sprint Mechanical Properties of Female and Different Aged Male Top-Level German Soccer Players. *Sports* [Internet]. 28. november 2018 [henvist 16. marts 2022];6(4):161. Tilgjengelig hos: <http://www.mdpi.com/2075-4663/6/4/161>
16. Bradley PS, Dellal A, Mohr M, Castellano J, Wilkie A. Gender differences in match performance characteristics of soccer players competing in the UEFA Champions League. *Hum Mov Sci.* februar 2014;33:159–71.
17. Pedersen S, Welde B, Sagelv EH, Heitmann KA, B Randers M, Johansen D, m.fl. Associations between maximal strength, sprint, and jump height and match physical performance in high-level female football players. *Scand J Med Sci Sports.* 6. august 2021;
18. Krstrup P, Zebis M, Jensen JM, Mohr M. Game-induced fatigue patterns in elite female soccer. *J Strength Cond Res.* februar 2010;24(2):437–41.
19. Pedersen AV, Aksdal IM, Stalsberg R. Scaling Demands of Soccer According to Anthropometric and Physiological Sex Differences: A Fairer Comparison of Men's and Women's Soccer. *Front Psychol* [Internet]. 9. april 2019 [henvist 7. marts 2022];10:762. Tilgjengelig hos: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2019.00762/full>
20. Geertsema C, Geertsema L, Farooq A, Harøy J, Oester C, Weber A, m.fl. Injury prevention knowledge, beliefs and strategies in elite female footballers at the FIFA Women's World Cup France 2019. *Br J Sports Med.* juli 2021;55(14):801–6.
21. van Dyk N, Behan FP, Whiteley R. Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries: a systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. *Br J Sports Med* [Internet]. november 2019 [henvist 9. marts 2022];53(21):1362–70. Tilgjengelig hos: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2018-100045>
22. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, m.fl. Comprehensive warm-up

programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. BMJ. 9. december 2008;337:a2469.

23. Grooms DR, Palmer T, Onate JA, Myer GD, Grindstaff T. Soccer-Specific Warm-Up and Lower Extremity Injury Rates in Collegiate Male Soccer Players. J Athl Train [Internet]. 1. december 2013 [hentet 9. marts 2022];48(6):782–9. Tilgængelig hos: <https://meridian.allenpress.com/jat/article/48/6/782/111363/SoccerSpecific-WarmUp-and-Lower-Extremity-Injury>

24. Silvers-Granelli H, Mandelbaum B, Adeniji O, Insler S, Bizzini M, Pohlig R, m.fl. Efficacy of the FIFA 11+ Injury Prevention Program in the Collegiate Male Soccer Player. Am J Sports Med. november 2015;43(11):2628–37.

25. Nouni-Garcia R, Carratala-Munuera C, Orozco-Beltran D, Lopez-Pineda A, Asensio-Garcia MR, Gil-Guillen VF. Clinical benefit of the FIFA 11 programme for the prevention of hamstring and lateral ankle ligament injuries among amateur soccer players. Inj Prev J Int Soc Child Adolesc Inj Prev. april 2018;24(2):149–54.

26. Thorborg K, Krommes KK, Esteve E, Clausen MB, Bartels EM, Rathleff MS. Effect of specific exercise-based football injury prevention programmes on the overall injury rate in football: a systematic review and meta-analysis of the FIFA 11 and 11+ programmes. Br J Sports Med [Internet]. april 2017 [hentet 9. marts 2022];51(7):562–71. Tilgængelig hos: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2016-097066>

27. del Ama Espinosa G, Pöyhönen T, Aramendi JF, Samaniego JC, Emparanza Knörr JI, Kyröläinen H. Effects of an eccentric training programme on hamstring strain injuries in women football players. Biomed Hum Kinet [Internet]. 25. september 2015 [hentet 9. marts 2022];7(1). Tilgængelig hos: <https://www.sciendo.com/article/10.1515/bhk-2015-0019>

28. Shah A, Bordoni B. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Gluteus Medius Muscle. I: StatPearls

[Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [henvist 9. marts 2022]. Tilgængelig hos: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557509/>

29. Zebis M. Forebyggende knæøvelser [Internet]. Dansk Boldspil Union. Tilgængelig hos: <https://www.dbu.dk/turneringer-og-resultater/landsdaekkende-turneringer-kvinder/gjensidige-kvindeligaen/forebyggende-knaeoelvelser/>

30. Okholm Kryger K, Wang A, Mehta R, Impellizzeri F, Massey A, Harrison M, m.fl. Can we evidence-base injury prevention and management in women's football? A scoping review. Res Sports Med [Internet]. 14. februar 2022 [henvist 9. marts 2022];1–16. Tilgængelig hos: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15438627.2022.2038161>

31. Ishøi L, Hölmich P, Thorborg K. MEASURES OF HIP MUSCLE STRENGTH AND RATE OF FORCE DEVELOPMENT USING A FIXATED HANDHELD DYNAMOMETER: INTRA-TESTER INTRA-DAY RELIABILITY OF A CLINICAL SET-UP. Int J Sports Phys Ther [Internet]. september 2019 [henvist 25. april 2022];14(5):715–23. Tilgængelig hos: <https://spts.org/member-benefits-detail/enjoy-member-benefits/journals/ijspt/v14-n5#ijspt20190715>

32. Mosler AB, Weir A, Serner A, Agricola R, Eirale C, Farooq A, m.fl. Musculoskeletal Screening Tests and Bony Hip Morphology Cannot Identify Male Professional Soccer Players at Risk of Groin Injuries: A 2-Year Prospective Cohort Study. Am J Sports Med [Internet]. maj 2018 [henvist 11. maj 2022];46(6):1294–305. Tilgængelig hos: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546518763373>

33. Esteve E, Casals M, Saez M, Rathleff MS, Clausen MB, Vicens-Bordas J, m.fl. Past-season, pre-season and in-season risk assessment of groin problems in male football players: a prospective full-season study. Br J Sports Med [Internet]. maj 2022 [henvist 11. maj 2022];56(9):484–9. Tilgængelig hos: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2020-102606>

34. Ishøi L, Sørensen CN, Kaae NM, Jørgensen LB, Hölmich P, Serner A. Large eccentric strength

increase using the Copenhagen Adduction exercise in football: A randomized controlled trial: Strength increase using Copenhagen Adduction. Scand J Med Sci Sports [Internet]. november 2016 [henvist 16. maj 2022];26(11):1334–42. Tilgængelig hos: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/sms.12585>

35. Polglass G, Burrows A, Willett M. Impact of a modified progressive Copenhagen adduction exercise programme on hip adduction strength and postexercise muscle soreness in professional footballers. BMJ Open Sport Exerc Med. 2019;5(1):e000570.

36. Harøy J, Clarsen B, Wiger EG, Øyen MG, Serner A, Thorborg K, m.fl. The Adductor Strengthening Programme prevents groin problems among male football players: a cluster-randomised controlled trial. Br J Sports Med [Internet]. 1. februar 2019 [henvist 6. oktober 2021];53(3):150–7. Tilgængelig hos: <https://bjsm-bmj-com.zorac.aub.aau.dk/content/53/3/150>

37. Kohavi B, Beato M, Laver L, Freitas TT, Chung LH, Dello Iacono A. Effectiveness of Field-Based Resistance Training Protocols on Hip Muscle Strength Among Young Elite Football Players. Clin J Sport Med [Internet]. 29. oktober 2018 [henvist 16. maj 2022];Publish Ahead of Print. Tilgængelig hos: <https://journals.lww.com/00042752-9000000000-99101>

38. Cuthbert M, Ripley N, McMahon JJ, Evans M, Haff GG, Comfort P. The Effect of Nordic Hamstring Exercise Intervention Volume on Eccentric Strength and Muscle Architecture Adaptations: A Systematic Review and Meta-analyses. Sports Med [Internet]. januar 2020 [henvist 12. maj 2022];50(1):83–99. Tilgængelig hos: <http://link.springer.com/10.1007/s40279-019-01178-7>

39. Medeiros DM, Marchiori C, Baroni BM. Effect of Nordic Hamstring Exercise Training on Knee Flexors Eccentric Strength and Fascicle Length: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Sport Rehabil. 12. oktober 2020;30(3):482–91.

40. Presland JD, Timmins RG, Bourne MN, Williams MD, Opar DA. The effect of Nordic hamstring exercise training volume on biceps femoris long head architectural adaptation. Scand J Med Sci

Sports. juli 2018;28(7):1775–83.

41. Ishøi L, Hölmich P, Aagaard P, Thorborg K, Bandholm T, Serner A. Effects of the Nordic Hamstring exercise on sprint capacity in male football players: a randomized controlled trial. *J Sports Sci* [Internet]. 18. juli 2018 [henvist 12. maj 2022];36(14):1663–72. Tilgængelig hos: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02640414.2017.1409609>

42. Zouita S, Zouita ABM, Kebisi W, Dupont G, Ben Abderrahman A, Ben Salah FZ, m.fl. Strength Training Reduces Injury Rate in Elite Young Soccer Players During One Season. *J Strength Cond Res.* maj 2016;30(5):1295–307.

43. Coppack RJ, Etherington J, Wills AK. The effects of exercise for the prevention of overuse anterior knee pain: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* maj 2011;39(5):940–8.

44. Foster C, Boulosa D, McGuigan M, Fusco A, Cortis C, Arney BE, m.fl. 25 Years of Session Rating of Perceived Exertion: Historical Perspective and Development. *Int J Sports Physiol Perform.* 1. maj 2021;16(5):612–21.

45. Phibbs PJ, Roe G, Jones B, Read DB, Weakley J, Darrall-Jones J, m.fl. Validity of Daily and Weekly Self-Reported Training Load Measures in Adolescent Athletes. *J Strength Cond Res* [Internet]. april 2017 [henvist 19. maj 2022];31(4):1121–6. Tilgængelig hos: <https://journals.lww.com/00124278-201704000-00031>

46. Day ML, McGuigan MR, Brice G, Foster C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *J Strength Cond Res.* maj 2004;18(2):353–8.

47. Pedersen A, Randers MB, Luteberget LS, Møller M. Validity of Session Rating of Perceived Exertion for Measuring Training Load in Youth Team Handball Players. *J Strength Cond Res* [Internet]. 23. december 2021 [henvist 19. maj 2022];Publish Ahead of Print. Tilgængelig hos: <https://journals.lww.com/10.1519/JSC.00000000000004202>

48. Bazett-Jones DM, Squier K. Measurement properties of hip strength measured by handheld dynamometry: Reliability and validity across the range of motion. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med.* marts 2020;42:100–6.
49. Nygaard Falch H, Guldteig Rædergård H, Van den Tillaar R. Relationship of Performance Measures and Muscle Activity between a 180° Change of Direction Task and Different Countermovement Jumps. *Sports Basel Switz.* 10. april 2020;8(4):E47.
50. Jeno SH, Schindler GS. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Thigh Adductor Magnus Muscle. I: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [henvist 19. maj 2022]. Tilgængelig hos: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534842/>
51. Ko HI, Jeon SY, Kim SH, Park KN. Comparison of hip extensor muscle activity including the adductor magnus during three prone hip extension exercises. *Physiother Theory Pract.* maj 2019;35(5):451–7.
52. Krommes K, Petersen J, Nielsen MB, Aagaard P, Hölmich P, Thorborg K. Sprint and jump performance in elite male soccer players following a 10-week Nordic Hamstring exercise Protocol: a randomised pilot study. *BMC Res Notes.* 4. december 2017;10(1):669.
53. Howard RM, Conway R, Harrison AJ. Muscle activity in sprinting: a review. *Sports Biomech [Internet].* 2. januar 2018 [henvist 23. maj 2022];17(1):1–17. Tilgængelig hos: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14763141.2016.1252790>
54. Mero A, Komi PV, Gregor RJ. Biomechanics of sprint running. A review. *Sports Med Auckl NZ.* juni 1992;13(6):376–92.
55. Stark T, Walker B, Phillips JK, Fejer R, Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM R.* maj 2011;3(5):472–9.

56. Thorborg K, Petersen J, Magnusson SP, Hölmich P. Clinical assessment of hip strength using a hand-held dynamometer is reliable: Clinical assessment of hip strength. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 23. juni 2009 [henvist 14. marts 2022];20(3):493–501. Tilgængelig hos: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0838.2009.00958.x>
57. Mentiplay BF, Perraton LG, Bower KJ, Adair B, Pua YH, Williams GP, m.fl. Assessment of Lower Limb Muscle Strength and Power Using Hand-Held and Fixed Dynamometry: A Reliability and Validity Study. Haddad JM, redaktør. *PLOS ONE* [Internet]. 28. oktober 2015 [henvist 10. maj 2022];10(10):e0140822. Tilgængelig hos: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0140822>
58. Kelln BM, McKeon PO, Gontkof LM, Hertel J. Hand-held dynamometry: reliability of lower extremity muscle testing in healthy, physically active, young adults. *J Sport Rehabil.* maj 2008;17(2):160–70.
59. Fulcher ML, Hanna CM, Raina Elley C. Reliability of handheld dynamometry in assessment of hip strength in adult male football players. *J Sci Med Sport.* januar 2010;13(1):80–4.