



AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

Titel: Effekten af en primingsession med 80% og 40% af 1RM på unge badmintonspilleres fysiske præstation

Projektperiode:

3. februar – 2. juni

Uddannelse:

Kandidat i Idræt 4. Semester

Projektgruppe:

HST-25-idr-10-10110

Forfatter:

Jonas Kramer-Jessen (20192542)

Vejleder:

Mathias Vedsø Kristiansen

Oplagstal:

41328 tegn

Sideantal:

19

Bilagsantal og -art:

1

Afsluttet den:

02-06-2025

Synopsis

I elitebadminton er det ofte små forskelle, som afgør en kamp. Derfor er optimal forberedelse inden konkurrence et vigtigt element. Priming er en kort træning før konkurrence som muligvis øger spillernes præstationsevne. En faktor som intensitet er muligvis vigtig for effekten af priming. En bedre forståelse for dette kunne optimere forberedelse og præstation hos badmintonspillere. Derfor var formålet med dette studie at undersøge effekten af en primingsession bestående af benpres med 80% og 40% af 1RM hos unge badmintonspillere. 20 spillere blev tilfældigt inddelt i tre grupper som alle deltog i tre sessioner på tre forskellige dage og i tilfældig rækkefølge. De deltog i en primingsession med 80% af 1RM, en primingsession med 40% af 1RM og en hviledag. Seks timer efter hver session udførte deltagerne tre test bestående af Broad Jump, Vertical Jump og en Change of Direction test. Der blev ikke fundet en signifikant forskel i præstation mellem primingintensiteterne eller hviledagen. Dog blev der fundet en signifikant forskel i Broad Jump scorene ($p = 0.047$). Der blev fundet en signifikant forskel mellem session et og session tre ($p = 0.013$), hvilket indikerer, at der har været en læringseffekt fra session et til tre. Hverken priming ved 80% eller 40% havde en effekt på badmintonspillernes præstation sammenlignet med hviledagen. Dette indikerer at hverken priming ved 80% eller 40% er effektiv til at skabe en akut forbedring af præstation ved brug af denne primingprotokol.

Rapportens indhold er frit tilgængeligt, men offentliggørelse (med kildeangivelse) må kun ske efter aftale med forfatteren.

Titel: Effekten af en primingsession med 80% og 40% af 1RM på unge badmintonspilleres fysiske præstation

Jonas Kramer-Jessen¹

¹Department of Health science and Technology, sport sciences, Aalborg University, Aalborg, Denmark

Abstract

In elite badminton few differences can be decisive in a match which is why optimal preparation is important. Priming is a precompetition training that may improve the performance of players but evidence is inconsistent. Factors such as intensity of the priming activity seems to be a decisive factor in the outcome. A better understanding of this could help improve the preparation and performance of badminton players. Therefore the aim of this study was to investigate the effect of a priming session consistent of leg press with 80% and 40% of 1RM in young talented badminton players. 20 players were randomly assigned into three groups who completed three sessions in three different days in different orders. They did a primingsession with 80% of 1RM, a priming session with 40% of 1RM and a rest session. Six hours after each session they completed three tests consisting of Broad Jump, Vertical Jump and a Change of direction test. No significant differences in performance were found between priming intensities and the rest day. However a significant difference was found in Broad Jump scores which improved across sessions ($p = 0.047$). A significant increase from session one to three ($p = 0.013$), was found which suggests a potential learning effect from session one to three. Neither priming with 80% nor 40% had a significant effect on badminton players performance compared to a rest day. These findings suggest that neither 80% nor 40% is effective in inducing an acute performance enhancement by using this priming protocol.

1. Indledning

I eliteidræt er det ofte få forskelle, der afgør, om et resultat ender i sejr eller nederlag, hvilket i mange sportsgrene kan have en stor økonomisk betydning (Csataljay et al. 2016). Derfor gør sportsklubber alt, hvad de kan for at forberede spillere så godt som muligt på en konkurrencesituation (Csataljay et al. 2016). Dette gør sig blandt andet gældende i badmintonporten, som er karakteriseret ved at være en hurtig og eksplosiv sport, hvor der indgår mange spring og eksplosive retningsskift (Phomsoupha, Laffaye 2016). For at træne disse bevægelser anvendes ofte styrketræning med et formål om at optimere

eksplosivitet og springkraft over en længere periode. Udover at badminton er en sport, der involverer mange spring og eksplosive bevægelser, er det også en sport, som kræver en stor aerob kapacitet, da kampe på eliteniveau ofte foregår i et højt tempo med en gennemsnitlig kamplængde på 45 minutter (Cenan et al. 2023). Derfor anvendes kredsløbstræning ofte over en længere periode som redskab til at optimere den aerobe kapacitet (Harrison et al. 2019).

Udover disse træningsformer, som har til formål at optimere præstation som et langsigtet mål, findes der også træningsformer, som har til formål at opnå

en mere akut forbedring af præstation. I denne forbindelse omtales ofte begrebet “Post activation potentiation” (PAP).

Dette fænomen dækker over, at den kraft, som en muskel kan skabe, øges som følge af foregående frivillige kontraktioner (Robbins 2005). Effekten af PAP varer typisk mellem 4-12 minutter (Harrison et al. 2019) og har vist sig at være effektiv til at forbedre hop- og sprintpræstationer, som er særlig vigtigt i mange sportsgrene (Chiu et al. 2003, Kilduff et al. 2008, Esformes, Cameron & Bampouras 2010, Seitz, Mina & Haff 2017). Dog er det vanskeligt for mange atleter at anvende PAP som forberedelse til konkurrence grundet det korte vindue med forøget præstation.

Andre studier tyder dog på, at vinduet med en øget præstationsevne, som følge af en kort intensiv træning, er væsentlig længere end de 4-12 minutter. I et studie af (Cook et al. 2014) fandt de en øget præstation i både sprint, hop og styrke om eftermiddagen, seks timer efter en morgentræning hos rugbyspillere. I et andet studie af (Tsoukos et al. 2018) fandt de en øget præstation af counter movement jumps (CMJ) op til 48 timer efter en priming session hos mandlige nationale eliteudøvere. Terminologien for dette vindue med en øget præstation er meget omdiskuteret og har i litteraturen mange forskellige navne (Boullosa et al. 2020). I dette studie vil begrebet til at beskrive dette fænomen være “Priming”,

hvilket altså dækker over, at en atlet udsættes for en kort træningssession inden en konkurrencesituation og derigennem opnår en øget præstation i flere timer efterfølgende (Holmberg et al. 2024). Det er ikke klart, hvad der forårsager den akutte forbedrede præstation som følge af træning, men mekanismer som øget neuromuskulær aktivitet (Saez Saez de Villarreal, González-Badillo & Izquierdo 2007, Sotiropoulos et al. 2010), øget tilstedeværelse af testosteron (Russell et al. 2016) og øget mulighed for muskelkontraktion gennem en øget sensitivitet for Ca^{2+} (Sale 2002) er alle mulige årsagsforklaringer, som er diskuteret i litteraturen (Harrison et al. 2019). På trods af at der som beskrevet i ovenstående er flere studier, der finder en effekt af priming, er der også eksempler på studier, som finder en forringelse af præstationsevne som følge af en primingsession. I et studie af (Mason et al. 2016) fandt de eksempelvis en tendens til et fald i CMJ peak power hos rugbyspillere, som følge af en primingsession.

En årsagsforklaring på de forskellige resultater af primingsessioner er, at der er forskellige faktorer, som påvirker effekten af en primingsession. Der er eksempelvis stor forskel på, hvornår effekten af primingsessionen måles, og hvor lang tid effekten varer, hvor der som tidligere nævnt er eksempler på en effekt af priming efter

både 6 timer og 48 timer (Cook et al. 2014, Tsoukos et al. 2018). En anden faktor, som kan have indflydelse på effekten af priming, er specificiteten og antallet af øvelser, som anvendes under primingsessionen. Der er både eksempler på studier, som efter en primingsession fandt forbedring af præstation ved brug af en enkelt øvelse (Villarreal et al. 2007, Tsoukos et al. 2018), og studier som fandt forbedring ved brug af flere øvelser (Ekstrand et al. 2013, Cook et al. 2014). Dog tyder det på, at primingsessionen skal være specifik for den funktion, hvor der ønskes en forbedring. Dette gør sig eksempelvis gældende i studiet af (Mason et al. 2016), hvor de fandt en forbedring af styrke i overkroppen som følge af en bænkpresøvelse, men samtidig fandt en nedsat præstation i CMJ.

Endnu en faktor, som formodentlig har en indflydelse på resultatet af en primingsession, er den intensitet og volumen, som sessionen bliver udført med. Flere studier har fundet en øget præstation efter en primingsession med en lav volumen i form af tre til fire gentagelser, men med høj intensitet på 80+% af 1RM. Dette er eksempelvis tilfældet i et studie af (Cook et al. 2014), hvor de fandt en øget styrke i squat, bænkpres og sprinthastighed som følge af en priming session med tre sæt af tre gentagelser i både squat og bænkpres med 80-90% af 1RM. Et lignende resultat blev fundet i et studie af Villarreal et al.

(2007), hvor de fandt en øget præstation i CMJ efter en primingsession med to sæt af fire halve squats med 80-85% af 1RM. Dog er der også studier, som har fundet øget præstation ved brug af en lavere intensitet på 30-65% 1RM med en lav volumen, men hvor øvelserne består af eksplosive bevægelser som et hop. Dette ses eksempelvis i studiet af (Tsoukos et al. 2018), hvor de fandt en øget præstation i CMJ efter at have lavet en primingsession bestående af fem gentagelser og fire sæt af jump squats med vægt svarende til 40% af 1RM. Et lignende resultat ses også i en anden protokol i studiet af Villarreal et al. (2007), hvor de fandt en øget præstation i CMJ-højde efter at have lavet en primingsession med tre sæt af fem gentagelser af CMJ med 40% af 1RM. Der er dog forskel på at anvende ballistiske øvelser, som det er tilfældet i studierne af Tsoukos et al. (2018) og Villarreal et al. (2007), og lave generel styrketræning på 40% af 1RM. Det er derfor uklart, hvorvidt priming i form af styrketræning med lav intensitet på eksempelvis 40% af 1RM har en effekt på præstation. Desuden er der begrænset med studier, som har undersøgt om forskel i intensitet har en afgørende betydning for effekten af priming (Harrison et al. 2019).

Ovenstående usikkerheder vedrørende effekten af en primingsession og særligt med henblik på intensitet er problematisk

for anvendelse af priming i elitesport. Badminton er som nævnt en eksplosiv sport, hvor små fordele ofte er afgørende for kampens udfald, og derfor er det væsentligt at have optimale forhold til forberedelse inden en kamp med henblik på at være både udhvilet og klar til konkurrence. Med tanke på at være veludhvilet og konkurrenceklar er det derfor bestemt ikke uvæsentlig, om der bliver anvendt priming med høj eller lav intensitet. Derfor kunne det være interessant i forhold til brug af priming at undersøge effekten af priming ved brug af forskellig intensitet. Med baggrund i dette vil formålet med dette studie være at undersøge effekten af en primingsession med forskellig intensitet hos unge badmintonspillere.

2. Problemformulering

Hvilken effekt har en primingsession bestående af benpres med en intensitet på 80% af 1RM og en intensitet på 40% af 1RM på unge badmintonspilleres fysiske præstation seks timer efter sessionen?

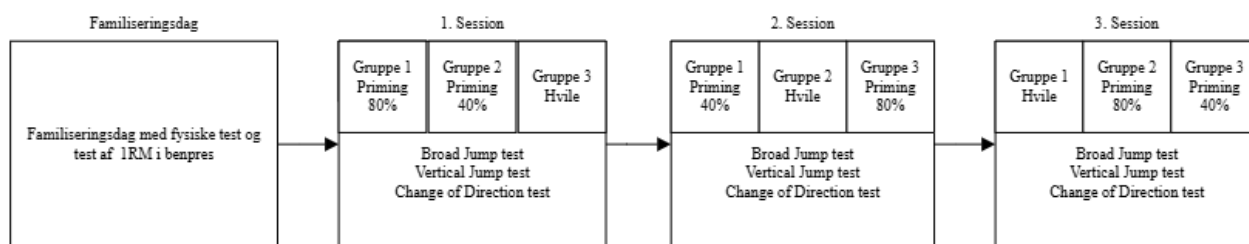
3. Metode

3.1 Procedure

Deltagerne i dette studie deltog i fire sessioner sammen med projektlederen. Første session for deltagerne bestod af en

familiseringsdag og en test i 1RM i benpres. På denne dag fik deltagerne afprøvet de fysiske test, som under studiet dannede baggrund for måling af deres præstation. Desuden blev deres maksimale vægt i en benpres fundet, hvilket blev brugt til at fastsætte den intensitet, som deltagerne skulle træne med under primingsessionerne gennem studiet.

Herefter deltog deltagerne i tre sessioner med en uges mellemrum mellem hver session. Under to af sessionerne havde deltagerne en primingsession om morgenen, der bestod af benpres med henholdsvis 80% af deres 1RM og 40% af deres 1RM. Den sidste session bestod af en hviledag uden træning om morgenen. Under alle tre sessioner blev deltagerne målt i fysiske test om eftermiddagen, seks timer efter deres primingsession. Deltagerne var desuden randomiseret inddelt i tre grupper, så rækkefølgen af, hvornår deltagerne trænede med 80%, 40% eller ikke havde en primingsession, var tilfældig. Protokollen for studiet fremgår af figur 1.



Figur 1. Oversigt over studieprotokol.

3.2 Deltagere

20 raske deltagere (8 piger og 12 drenge, alder $15,8 \pm 1,2$ år, højde $173,77 \pm 16,23$ cm, vægt $66,5 \pm 9,9$ kg, badmintonerfaring $4,9 \pm 7,1$ år, styrketræningserfaring $1,5 \pm 1,5$ år) gav sammen med deres forældre samtykke til deltagelse i dette studie. Opstillede inklusionskriterier for deltagelse i dette studie var raske unge efterskoleelever i alderen 15-17 år, som alle var tilknyttet en badmintonlinje. Desuden var det et krav, at alle deltagere havde mindst et års erfaring med styrketræning. Eksklusionskriterier for deltagelse i dette studie var kroniske smerter eller skader i underekstremiteten inden for den sidste måned. Ved deltagelse i studiet blev deltagerne instrueret i at fortsætte deres dagligdag som vanligt bortset fra, at de ikke måtte træne dagen inden testene og på selve testdagen udover den primingsession som de deltog i.

3.3 Benpretest

Inden opstart af studiets protokol blev der indledningsvis lavet en session, hvor deltagerne gennemførte en 1RM-test i benpres. Deltagerne deltog på skift i en benpressession med det formål at finde deres 1RM. Denne session blev lavet for at definere den vægt, som deltagerne skulle træne med under primingsessionerne. Til både 1RM-testen og primingsessionerne blev samme maskine anvendt (SP200C – Seated Leg Press, TECA, Via Vestina 346, 65015 Montesilvano, Italy). Forud for benpretesten blev der lavet en kort dynamisk ledopvarmning af både ankel, knæ og hofte. Denne bestod af en runde af 12 gentagelser af øvelserne: Rocking ankel mobilization, Quadruped hip circles og Reverse lunge arms overhead swing. Desuden blev der afsluttet med en runde med seks gentagelser af Kang Squat. De unilaterale bevægelser blev lavet på begge sider. Herefter blev indstillinger for benpresmaskinen fundet og noteret i forhold til sæde og ryglæn, så den var tilpasset den enkelte deltager. Benpresmaskinen blev indstillet, så alle deltagere havde så stort et bevægeudslag

som muligt under øvelsen, uden at lænden løftede sig fra sædet. Dog var et minimumskrav for deltagerne at bevægeudslaget var på 90 graders flexion i knæ og 90° grader i hofteleddet. Deltagerne blev instrueret i at placere fødderne let udadroteret midt på platformen med hoftebreddesafstand mellem fødderne og lænden solidt placeret mod sædet. Benpresmaskinen startede bevægelsen i deltagernes bundposition, med indstillet flexion i knæ- og hofteled, hvorfor fuldt bevægeudslag blev sikret ved at instruere deltagerne i at strække benene, indtil der kun var let flexion tilbage i knæled. Desuden blev de instrueret i at vægtskiverne på benpresmaskinen skulle have kontakt til den resterende vægt ved hver gentagelse, når de arbejdede sig tilbage mod bundpositionen. Dette blev gjort for at sikre, at deltagerne overholdt kravene til bevægelsesudslag i hver gentagelse. Deltagerne blev desuden instrueret i at presse med et eksplosivt tryk i den koncentriske fase på et sekund og efterfølgende kæmpe imod vægten i den excentriske fase i to sekunder. Dette blev gjort for at facilitere til at skabe en stor kraft i første del af bevægelsen og for at opnå en kontrolleret excentrisk fase.

Efter instrukserne var givet, blev der lavet et opvarmningssæt i benpresmaskinen med 10 gentagelser efterfulgt af et minuts pause. Herefter blev vægten øget, og der blev lavet

endnu et sæt, denne gang med fem gentagelser efterfulgt af to minutters pause. Efter pausen blev gentagelser for næste sæt reduceret til tre gentagelser efterfulgt af tre minutters pause. Efterfølgende startede 1RM forsøgene for at finde deres maksimale styrke i benpressen. Her blev der lavet én gentagelse efterfulgt af tre minutters pause. Vægten blev øget mellem hvert sæt, og mængden af kilo, som blev øget, blev besluttet i samarbejde mellem deltagerne og projektlederen. Denne proces fortsatte indtil deltagerne fejlede deres maks forsøg, hvorfor det sidste succesfulde forsøg blev noteret som resultat.

3.4 Familiseringsperiode af fysiske test

Udover benpresstesten blev deltagerne samme dag introduceret til de fysiske test, som blev anvendt i studiet, og de fik afprøvet dem. Formålet med dette var at gøre deltagerne fortrolige med de test, som blev anvendt i studiet til måling af deres præstation. Desuden var formålet også at skabe familisering med testene for at mindske en tillæringsproces for deltagerne undervejs i studiet, som kunne påvirke resultaterne. Testene, som blev anvendt i dette studie, var Broad Jump Test, Vertical Jump Test og en Change of Direction Test. Sidstnævnte test var designet til at imitere et badmintonbevægelsesmønster.

Familisering af testene blev foretaget med henblik på at informere deltagerne om udførelse samt for at prøve en reel testsession med samme opbygning som på testdagene. Rækkefølgen af de fysiske test var den samme hver gang, hvorfor det også var denne rækkefølge, der blev afprøvet på familiseringsdagen. Da afprøvningen af testene foregik i forlængelse af deltagerens benpressession, blev der ikke foretaget ny opvarmning på familiseringsdagen.

Den første test, som blev afprøvet, var Broad Jump test. Her modtog deltagerne information om formålet med testen og fik instrukser i, hvordan testen skulle udføres. Disse instrukser er beskrevet under fysiske test. Desuden blev testen demonstreret af projektlederen for at give deltagerne et indblik i udførelsen. Deltagerne fik hver tre forsøg med to minutters pause mellem hvert spring til at afprøve testen og for at få en fornemmelse af både afsæt og landing. De blev desuden informeret om at springe så langt som muligt ved hvert forsøg, hvilket de også skulle på testdagene. Desuden blev de informeret om, at det kun var deres bedste forsøg, som ville blive noteret på testdagen.

Efterfølgende blev Vertical Jump Test afprøvet. Her modtog deltagerne ligeledes information om formålet med testen og fik instrukser i, hvordan testen skulle udføres. Disse instrukser er beskrevet under fysiske test. Desuden blev testen demonstreret af

projektlederen for at give deltagerne et indblik i udførelsen. Deltagerne fik efterfølgende tre forsøg hver med to minutters pause mellem hvert spring til at afprøve testen i samme stil som på selve testdagene. De blev desuden instrueret i at hoppe så højt som muligt for at imitere de samme forhold, som gjorde sig gældende på testdagene, og de blev igen gjort opmærksomme på, at det kun var deres bedste forsøg, som ville blive noteret.

Den sidste test som deltagerne skulle afprøve var Change of Direction Test på badmintonbane. Som ved de to foregående test startede denne også med at deltagerne fik information om formålet med testen, og de fik instrukser om, hvordan testen skulle udføres. Disse er beskrevet under fysiske test. Deltagerne kunne i denne forbindelse komme med opklarende spørgsmål. Igen blev testen demonstreret af projektlederen med formål om at skabe indsigt i udførelsen. Formålet med testen og afprøvelsen af denne var, at deltagerne skulle bevæge sig så hurtigt som muligt rundt i et opsat mønster på badmintonbanen. Hver deltager fik tre forsøg med to minutters pause mellem hvert til at afprøve testen og blive bekendt med bevægelsesmønsteret. De blev instrueret i at bevæge sig så hurtigt som muligt, som de også skulle på selve testdagene. Desuden blev der taget tid på dem med videooptagelse for at forberede dem på

denne faktor, som også ville være til stede på testdagene.

Slutteligt blev der i fællesskab samlet op på dagen og givet information om forløbet på de tre forstående sessioner med priming og test. Her var det igen muligt for deltagerne at komme med opklarende spørgsmål.

3.5 Primingsessioner

Deltagerne deltog i to morgenprimingsessioner fordelt over tre uger, hvor de havde to benpressessioner med henholdsvis 80% af 1RM og 40% af 1RM som belastning. Sessionerne foregik på ugentlig basis hver mandag morgen, hvor deltagerne havde skemafri fra både badmintontræning og skole. Morgensessionerne bestod af samme ledopvarming som ved benprestesten efterfulgt af fire sæt benpres med fire repetitioner. Deltagerne modtog samme information som under benprestesten i forhold til bevægelsestempo, position og indstilling af maskinen. De havde desuden to minutters pause mellem hvert sæt. Den resterende mandag deltog deltagerne ikke i morgensessionen.

3.6 Fysiske test

Deltagerne deltog alle tre uger i en eftermiddagssession, hvor de udførte de fysiske test, som de blev introduceret til på familiseringsdagen. Disse sessioner foregik

seks timer efter morgenprimingsessionen, og alle deltog uanset om de havde haft morgensession eller hviledag. Mellem morgensessionen og eftermiddagssessionen deltog deltagerne i deres normale hverdagsaktiviteter bortset fra træning. Tidsintervallet blev valgt ud fra lignende protokoller i andre studier (Cook et al. 2014, Mason et al. 2016).

Som indledning til de fysiske test om eftermiddagen lavede deltagerne samme ledopvarming, som de gjorde inden benprestesten og primingsessionerne. Herefter blev de fysiske test udført i samme rækkefølge som på familiseringsdagen.

Først udførte deltagerne Broad Jump Testen. Her blev de instrueret i at stille sig med fødderne bag en markeret linje på gulvet. Desuden blev de instrueret i at stille sig med en selvvalgt afstand mellem fødderne, bøje let i knæene og bruge armene i deres afsæt til at skabe så meget fremdrift som muligt. De blev desuden instrueret i at sætte af på begge fødder samtidigt og hoppe så langt som muligt. Deltageren blev også instrueret i at lande på begge fødder uden at falde bagud eller fremad. Målingen blev lavet med målebånd mellem den markerede startlinje og deltagernes hæl. Opstillingen af Broad Jump banen er vist på billede 1. Deltagerne fik to opvarmningshop med et minuts pause mellem hvert hop, hvor de blev instrueret i ikke at hoppe med maksimale niveau.

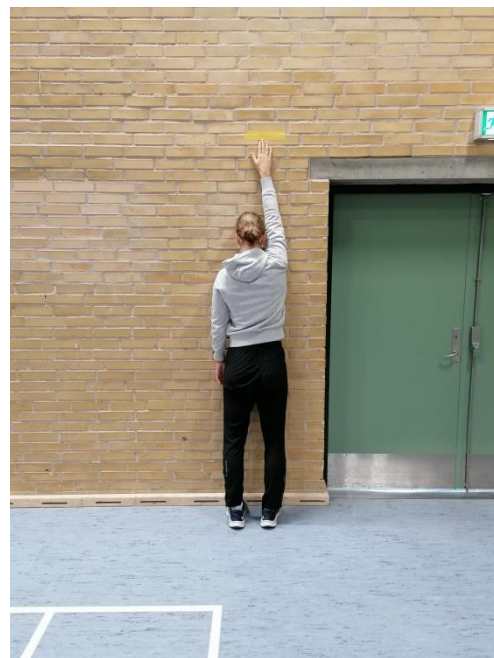
Herefter fik de tre forsøg til at hoppe så langt som muligt med to minutters pause mellem hvert spring, hvor det bedste forsøg blev noteret. Mistede deltagerne balancen eller flyttede på føddernes placering i forbindelse med landingen, blev forsøget diskvalificeret.



Billede 1 viser opstilling til Broad Jump test.

Herefter udførte deltagerne en Vertical Jump Test. Deltagerne blev instrueret i først at stå mod en væg med begge fødder på gulvet og tæerne helt ind til væggen. Herefter blev de instrueret i at strække armen så højt som muligt. Fingerspidsen udgjorde her det højeste punkt for deltagerne, hvilket blev markeret med et stykke tape. Denne opstilling er vist på billede 2. Efterfølgende blev deltagerne instrueret i at stille sig med den ene side

mod væggen med den side, som de ville bruge til at markere med kridt under hoppet. Herefter blev de instrueret i at hoppe så højt som muligt og lave en markering på væggen med kridt. Scoren var forskellen mellem denne markering og deres tapemarkering. Deltagerne fik tre forsøg til at udføre testen med to minutter mellem hvert hop, hvorefter deres bedste forsøg blev målt med målebånd og blev noteret.



Billede 2 viser opstilling til Vertical Jump test.

Slutteligt udførte deltagerne en Change of Direction test på badmintonbanen. Til denne test blev der opsat fem markeringer på en badmintonbane, som hver repræsenterede et område som indgår i bevægelsesmønstret i badminton. Der blev opsat en markering i begge sider af banens bagerste del, som begge var placeret henholdsvis 68 cm mod centrum fra banens bagerste linje og 68 cm mod centrum fra

banens inderste sidelinje (Se billede 3). Ligeledes blev der opsat to markeringer i hver side af banens forreste del, henholdsvis 68 cm mod centrum fra banens inderste sidelinje og 68 cm mod centrum fra nettets forløb. Disse distancer blev valgt, da 68 cm er den maksimale længde på en badmintonketcher til voksne (Phomsoupha, Laffaye 2016). Desuden blev der opsat en markering på banens midte. Formålet med denne test var at deltagerne skulle bevæge sig så hurtigt rundt på banen i et bestemt bevægelsesmønster (se billede 3). Deltagerne blev instrueret i at starte med begge fødder bag den markering, der var placeret midt på banen. Herefter skulle deltagerne bevæge sig til det første markerede område på den forreste højre side af banen, hvorefter de skulle tilbage til markeringen midt på banen. På samme vis blev deltagerne instrueret i at fortsætte til de resterende tre markeringer fordelt i hjørnerne på banen, hvor de efter at have krydset hver markering ligeledes skulle tilbage til banens midterste markering. De blev desuden instrueret i, at de ved hver markering skulle krydse denne ved at lunge ud på deres "ketcherben". Dette er et velkendt udtryk i badminton for det ben, som er på samme side, som den hånd de spiller med. Udover at deltagerne skulle lunge på deres ketcherben, var deres måde at bevæge sig på efter egen præference, men

på samme måde hver gang. Dette blev gjort for at forsøge at undgå en bevægeteknisk barriere for, hvor hurtigt deltagerne kunne bevæge sig rundt på banen. Tid på testen blev startet ved nedtælling fra tre og blev stoppet og noteret, når deltagerne havde bevæget sig rundt i bevægelsesmønsteret to gange og slutteligt krydsede midterlinjen med deres ketcherben. Testen blev filmet med videokamera, som blev brugt til at se præcise start- og sluttid på testen for den enkelte deltager. Desuden fik deltagerne et opvarmningsforsøg uden tidtagning, hvor de fik mulighed for at afprøve bevægelserne i et kontrolleret tempo. Efterfølgende fik de et minuts pause, hvorefter de i selve testen fik et enkelt forsøg til at bevæge sig så hurtigt rundt på banen som muligt.



Billede 3 viser opstilling til Change of Direction testen samt rækkefølgen på bevægelsesmønsteret.

3.7 Statistik

I Spss (IBM SPSS Statistics version 28.0.1.1 (14), IBM Corporation, Armonk, NY, USA) blev data fra Broad Jump testen,

Vertical Jump testen og Change of Direction testen undersøgt for normalfordeling ved brug af en Shapiro-Wilks test. Da størstedelen af data ikke var normalfordelt, blev der efterfølgende anvendt nonparametriske test.

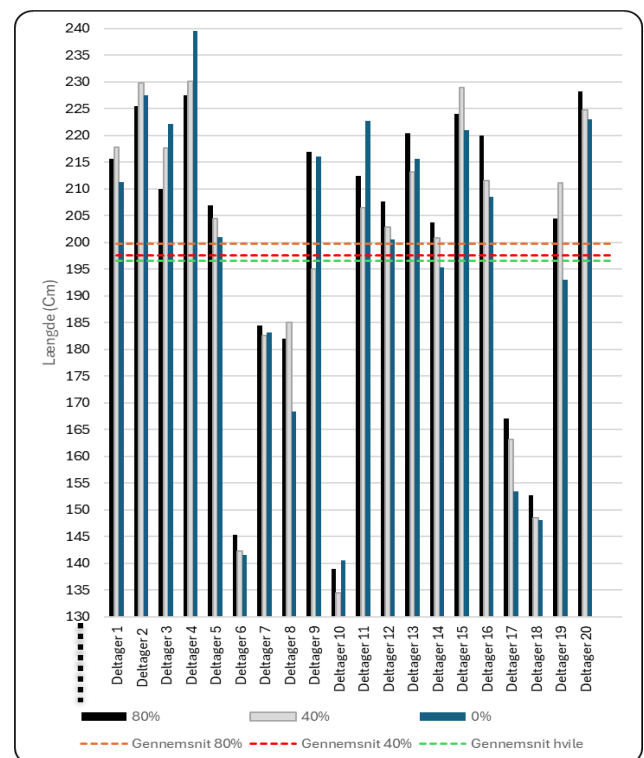
For at undersøge om der var en statistisk forskel på deltagernes resultater baseret på intensiteten fra deres primingsessioner på 80%, 40 % og resultaterne efter deres hviledag, blev Friedman-test anvendt. Dette gjorde sig gældende for resultater fra både Broad Jump test, Vertical jump test og COD-testen. For at undersøge om der var en statistisk forskel i deltagernes resultater baseret på første testdag, anden testdag og tredje testdag, blev der ligeledes anvendt en Friedman-test. Dette blev udført for at teste for en læringseffekt gennem sessionerne og blev gjort for både Broad Jump test, Vertical Jump test og COD-testen.

Ved tilfælde af at der blev fundet en statistisk forskel i Friedman-testen, blev der anvendt Wilcoxon Signed-Rank test for at undersøge, hvor i dataene den statistiske forskel var. Her blev der desuden anvendt Bonferroni korrektion af tærskelværdien for at tage højde for, at der blev lavet multiple test. Derfor blev statistisk signifikans bestemt ved en p-værdi $<0,017$

4. Resultater

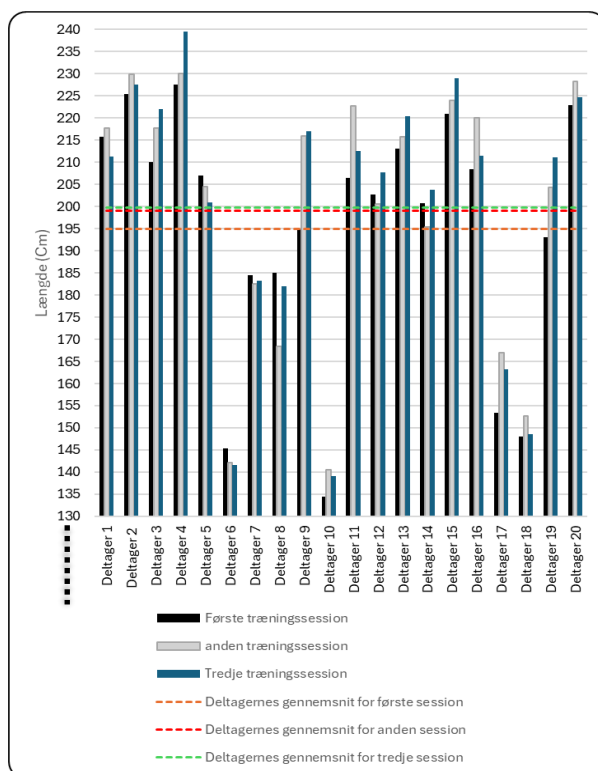
Alle 20 deltagere gennemførte alle træningssessioner og alle fysiske test.

Figur 2 viser forskellen på deltagernes Broad jump testscore efter primingsessioner med henholdsvis 80%, 40% og deres hviledag. Deltagerne havde en gennemsnits springlængde på $199,7 \pm 60,7$ cm efter træning med 80%, $197,5 \pm 63,0$ cm efter træning med 40% og $196,6 \pm 56,1$ cm efter deres hviledag. Friedman-testen viste en forskel mellem intensiteterne ($p = 0,041$). Wilcoxon Signed Rank test viste dog, at der ikke var forskel på 80% og 40% ($p = 0,211$), 80% og hvile ($p = 0,067$) eller 40% og hvile ($p = 0,422$).



Figur 2 viser forskellen på deltagernes Broad Jump testscore efter primingsessioner med henholdsvis 80%, 40% og deres hviledag. Desuden fremgår forskellen på gennemsnitsværdier for deltagernes samlede resultater ved 80%, 40% og efter hvile. Derudover indikerer den stiplede linje i bunden af y-aksen at denne ikke starter fra 0.

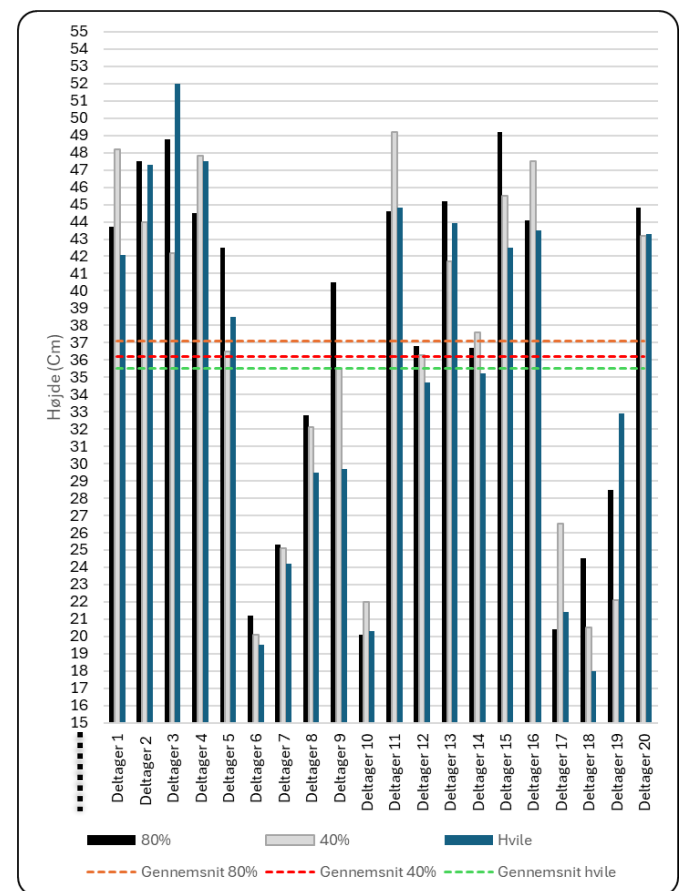
Figur 3 viser forskellen på deltageres Broad Jump testscore, når der ikke blev taget højde for intensiteten, men i stedet blev opdelt i første, anden og tredje session. Her havde deltagerne en gennemsnits springlængde på $195,0 \pm 60,5$ cm efter første session, $199,0 \pm 58,5$ cm efter anden session og $199,8 \pm 60,8$ cm efter tredje session. Der blev fundet en forskel mellem grupperne ($p = 0,047$). Wilcoxon Signed Rank test viste en forskel mellem første og tredje primingsession ($p = 0,013$).



Figur 3 viser forskellen på deltageres Broad Jump testscore opdelt efter første session, anden session og tredje session. Desuden fremgår forskellen på gennemsnit for deltageres samlede resultater for første, anden og tredje session. Derudover indikerer den stiplede linje i bunden af y-aksen at denne ikke starter fra 0.

Figur 4 viser forskellen på deltageres Vertical Jump testscore efter primingsessioner med 80%, 40% og deres

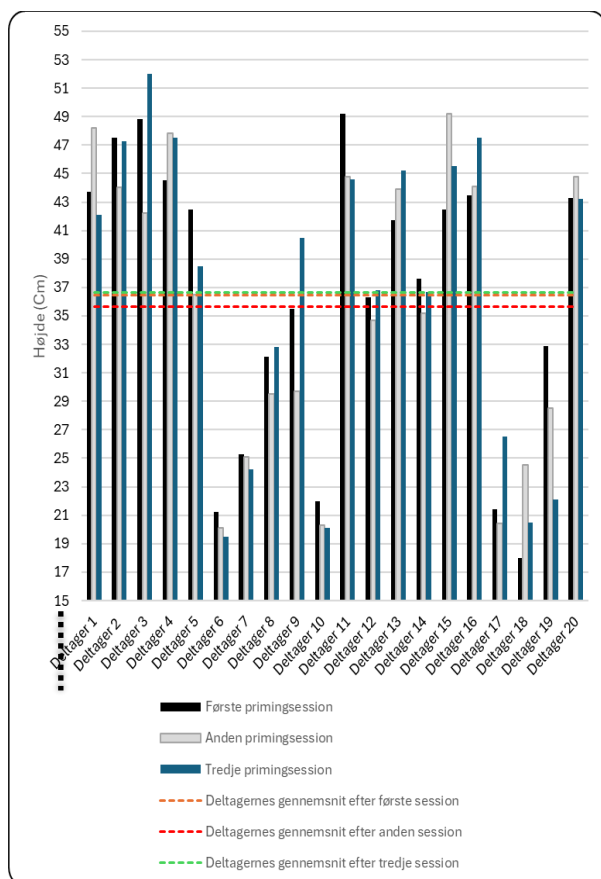
hviledag. Deltagerne havde en gennemsnits springhøjde på $37,0 \pm 16,9$ cm efter træning med 80%, 36 ± 16 cm efter træning med 40% og 35 ± 17 cm efter deres hviledag. Friedman-testen var ikke signifikant ($p = 0,058$)



Figur 4 viser forskellen på deltageres Vertical Jump testscore efter primingsessioner med henholdsvis 80%, 40% og deres hviledag. Desuden fremgår forskellen på gennemsnitsværdier for deltageres samlede resultater ved 80%, 40% og efter hvile. Derudover indikerer den stiplede linje i bunden af y-aksen at denne ikke starter fra 0.

Figur 5 viser forskellen på deltageres Vertical Jump testscore, når der ikke blev taget højde for intensiteten, men i stedet blev opdelt i første, anden og tredje session. Her havde deltagerne en springhøjde med et gennemsnit på $36,4 \pm 18,4$ cm efter første session, $35,6 \pm 15,5$ cm efter anden session

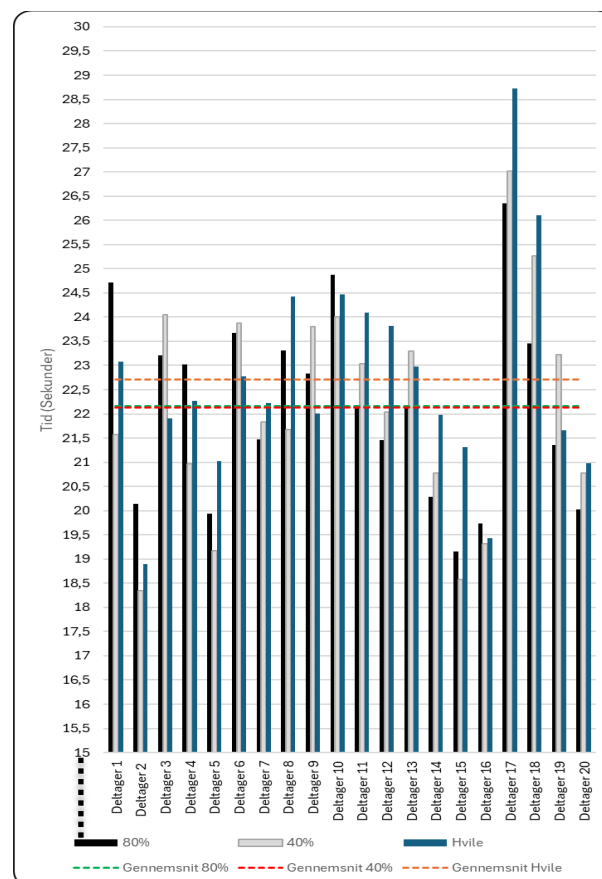
og $36,6 \pm 17,1$ cm efter tredje session. Der blev ikke fundet en forskel på springhøjden mellem sessionerne ($p = 0,64$).



Figur 5 viser forskellen på deltagernes Vertical Jump testscore opdelt efter første session, anden session og tredje session. Desuden fremgår forskellen på gennemsnit for deltagernes samlede resultater for første, anden og tredje session. Derudover indikerer den stiplede linje i bunden af y-aksen at denne ikke starter fra 0.

Figur 6 viser forskellen på deltagernes Change of Direction testscore efter primingsessioner med 80%, 40% og deres hviledag. Deltagerne havde en gennemsnitstid på $22,1 \pm 4,1$ sekunder efter træning med 80%, $22,1 \pm 4,8$ sekunder efter træning med 40% og $22,7 \pm 6,0$ sekunder efter deres hviledag. Der blev ikke fundet forskel mellem intensiteterne på

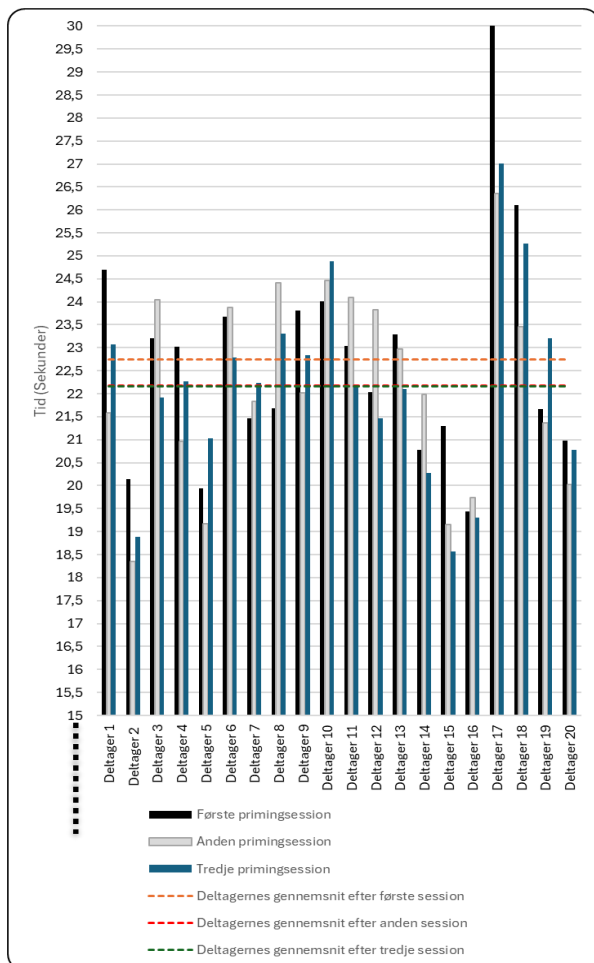
deltagernes hastighed under COD-testen ($p = 0,16$).



Figur 6 viser forskellen på deltagernes Change of direction testscore efter primingsessioner med henholdsvis 80%, 40% og deres hviledag. Desuden fremgår forskellen på gennemsnitsværdier for deltagernes samlede resultater ved 80%, 40% og efter hvile. Derudover indikerer den stiplede linje i bunden af y-aksen at denne ikke starter fra 0.

Figur 7 viser forskellen på deltagernes Change of Direction testscore, når der ikke blev taget højde for intensiteten, men i stedet blev opdelt i første, anden og tredje session. Deltagerne havde en gennemsnitstid på $22,7 \pm 7,9$ sekunder efter første primingsession, $22,1 \pm 4,1$ sekunder efter anden primingsession og $22,1 \pm 4,8$ efter tredje primingsession. Der blev ikke

fundet en forskel i deltagernes tid i sekunder mellem sessionerne ($p = 0,25$).



Figur 7 viser forskellen på deltagernes Change of direction testscore opdelt efter første session, anden session og tredje session. Desuden fremgår forskellen på gennemsnit for deltagernes samlede resultater for første, anden og tredje session. Derudover indikerer den stiplede linje i bunden af y-aksen at denne ikke starter fra 0.

5. Diskussion

Formålet med dette studie var at undersøge effekten af en primingsession bestående af benpres med en intensitet på 80% af 1RM og en intensitet på 40% af 1RM på unge badmintonspilleres fysiske præstation seks timer efter sessionen. Resultaterne i dette studie viste, at der ikke var en signifikant forskel på præstation i Broad Jump test,

Vertical Jump test og Change of direction testen. Dette var uanset om de blev udført efter en primingsession med 80%, 40% eller efter hvile. Disse resultater stemmer overens med andre studier, som ligeledes ikke fandt en effekt efter anvendelse af en primingsession (Fry et al. 1995, Mason et al. 2016, González-Badillo et al. 2016), men er i modstrid med andre studier, som fandt en effekt efter anvendelse af en primingsession (Cook et al. 2014, Russell et al. 2016, Tsoukos et al. 2018).

Der er efter projektlederens overbevisning ikke andre primingstudier, som har målt på broad jump som præstation. Dog har flere studier anvendt andre former for hop som blandt andet vertical jump. Blandt andet fandt Fry et al. (1995) et blandet resultat af præstation i vertical jump hos 19 elitevægtløftere som følge af en kort morgentræningssession med fem sæt af tre gentagelser på 85% af 1RM i clean pulls og snatch pulls seks timer før test. Størstedelen af atleterne fik dog ikke en øget præstation i vertical jump, da det kun var seks af vægtløfterne, som fik en øget præstation. Flere studier har desuden anvendt CMJ som mål for atletes præstation efter en primingsession. Cook et al. (2014) fandt blandt andet en øget præstation i CMJ hos 18 semiprofessionelle rugbyspillere, som blev testet seks timer efter en træningssession med 12 sæt af tre gentagelser af squat på 70-100% af 3RM.

Et lignende resultat blev fundet af Tsoukos et al. (2018), hvor 17 atleter deltog i fem sæt af fire gentagelser jump squat med en belastning på 40% af 1RM. Desuden fandt Villarreal et al. (2007) også en øget præstation i CMJ efter priming bestående af to sæt med fire halve squats på 85-90% af 1RM. I samme studie afprøvede de også en protokol med tre sæt af fem CMJ med en belastning på 30-40% af 1RM. Her fandt de ligeledes en øget præstation af CMJ efterfølgende. Dog er der også eksempler på studier, som har fundet den modsatte effekt på netop CMJ efter en primingsession. Eksempelvis fandt Mason et al. (2016) en tendens til et fald i CMJ hos 13 unge rugbyspillere efter en primingsession, som blandt andet bestod af fire sæt af tre gentagelser i back squat med elastikker. Når man sammenligner de studier, som finder en effekt af priming målt på springtestene, med studier som ikke fandt en effekt, adskiller de sig på flere måder som eksempelvis ved øvelsesvalg. Det er tidligere nævnt, at effekten af priming muligvis er afhængig af at den træning, der udføres, er specifik i forhold til den præstation, hvor der ønskes en øget effekt. Eksempler på dette ses i studierne af Villarreal et al. (2007) og Tsoukos et al. (2018), hvor de har anvendt ballistiske øvelser bestående af CMJ eller squat jumps i deres primingsessioner og efterfølgende har fundet en øget præstation i netop CMJ.

Øvelsesspecificitet kan derfor muligvis være en forklaring på, hvorfor der ikke blev fundet en forbedret effekt i indeværende studie. Her kunne brug af ballistiske øvelser som redskab muligvis have været et værktøj til at gøre primingen mere præstationsspecifik.

Et andet område, hvor studierne, som har fundet øget præstation i spring som følge af priming, adskiller sig fra indeværende studie, er på intensiteten. Her fandt Cook et al. (2014) eksempelvis en øget præstation i CMJ efter 12 sæt af tre gentagelser af squat på 70-100% af 3RM. Derfor kan det tænkes, at intensiteten i indeværende studie har været for lav til at skabe en reel effekt af primingen. Et eksempel på dette ses også i studiet af Mason et al. (2016), hvor de anvendte backsquat med elastikker som modstand og ikke fandt en øget præstation i CMJ. Her diskuterede de efterfølgende, at belastningen muligvis ikke var stor nok til at skabe effekt af primingen.

Der er desuden få eksempler på studier, som har anvendt en form for et change of direction element som mål for præstation efter en primingsession. Et eksempel på dette er studiet af Russell et al. (2016) som fandt en forbedring af sprinthastighed i en 40 m sprinttest med en 180 graders vending efter 20 m. Dog skete forbedringen som følge af en primingprotokol med samme sprintmønster fem timer inden testen. Derfor kan øvelsesspecificitet muligvis

være en del af forklaringen på, hvorfor der ikke findes effekt af primingen i indeværende studie, hvor benpres muligvis ikke har været specifik nok til at skabe en effekt i change of direction testen. Dog er der en væsentlig forskel på arbejdskrav mellem testen anvendt i dette studie og sprinttesten anvendt i studiet af Russell et al. (2016). Gennemsnitstiden for change of direction testen i dette studie var ca. 22 sekunder, hvor gennemsnitstiden anvendt i studiet af Russell et al. (2016) var ca. 7 sekunder. Grundet forskel i arbejdskrav er det derfor uvist om en mere specifik primingøvelse for denne test, ligeledes havde givet en forbedret præstation.

Der er stor forskel på anvendte protokoller i litteraturen (Harrison et al. 2019) og selv ved protokoller, som minder om hinanden er der som tidligere beskrevet fundet både eksempler på at primingsessioner har haft en effekt, men også eksempler på at de ikke har. Et eksempel på dette er protokoller anvendt i studierne af Mason et al. (2016) og Cook et al. (2014). På trods af at begge studier har anvendt en form for backsquat som primingøvelse, og begge studier måler på unge rugbyspillere, finder de forskellige resultater for CMJ efterfølgende. I studiet af Cook, hvor de fandt en forbedring af CMJ adskiller protokollen sig dog fra Studiet af Mason, som ikke fandt en forbedring af CMJ. Den anvendte intensitet og volumen, der benyttes i squatøvelsen i studiet af Cook

et al. (2014) er højere, da de lavede 12 sæt af tre gentagelser af squat på 70-100% af 3RM, hvor de i studiet af Mason et al. (2016) lavede fire sæt af tre gentagelser med vægtstang og elastikmodstand. Den anvendte volumen i studiet af Cook et al. (2014) adskiller sig også fra protokollen i indeværende studie, hvor der blev anvendt fire sæt af fire gentagelser på 80% af 1RM og 40% af 1RM. Det kan derfor være nærliggende at tænke, om den volumen, som blev anvendt i indeværende studie, har været et tilstrækkeligt stimuli til at skabe en effekt. Dog er der også eksempler på studier som har fundet en effekt efter at have anvendt en lignende intensitet og volumen, som i indeværende studie. Dette er eksempelvis tilfældet studiet af Villarreal et al (2007), hvor de blandt andet fandt en øget præstation i CMJ seks timer efter to sæt af fire gentagelser af squat med 80% af 1RM og to sæt af to gentagelser med 85% af 1RM, hos volleyballspillere. Der er altså ikke entydige resultater, da det ser ud til at både protokoller med lav volumen og høj volumen på en høj intensitet kan give en præstationsfremmende effekt. Dog adskiller Studiet fra Villarreal et al (2007) sig fra indeværende studie ved, at deltagerne er ældre og på et højere sportsligt niveau. Med baggrund i dette kan det tænkes, at træningserfaring og niveau kan have en indflydelse på effekten af priming.

Dette er også et område hvorpå flere af de forskellige studier adskiller sig fra hinanden. Flere af studierne måler på elitesportsudøvere (Fry et al. 1995, Cook et al. 2014, Russell et al. 2016), mens andre studier måler på dygtige unge atleter, der dog ikke er på eliteniveau (Mason et al. 2016). Ofte vil der være en forskel i træningserfaring fra amatør til eliteniveau, hvilket formodentlig giver nogle forskellige forudsætninger for den træning og de test, de udsættes for (Al-Attar et al. 2020). I indeværende studie blev der ligeledes målt på dygtige unge badmintonspillere, der dog ikke er en del af eliten. Spillerne havde i form af deres unge alder og niveau en begrænset træningserfaring, hvilket kan komme til udtryk i en begrænset erfaring i at udføre test. Desuden ser det ud til at effekten af PAP er større hos trænede atleter sammenlignet med mindre trænede udøvere eller personer med lav træningserfaring (Gautam, Singh & Varghese 2024). Derfor kan det være nærliggende at tænke, at lignende tilstande kan gøre sig gældende for priming.

Som det fremgår af resultaterne i indeværende studie, responderede deltagerne forskelligt på primingsessionerne. Der var altså ikke et mønster i, om de præsterede bedst efter træning med en intensitet på 80%, 40% eller efter hvile. Et lignende resultat blev fundet i studiet af Fry et al (1995), hvor der

også var stor forskel på, hvordan 19 elitevægtløftere responderede på primingsessionen. Her responderede nogle af vægtløfterne positivt med en efterfølgende forbedring i blandt andet vertical jump, imens andre vægtløftere responderede negativ og fik en nedsat præstation i samme test. Samme individuelle forskel ses i effekten af PAP, hvor der eksempelvis blev fundet forskellige individuelle resultater i vertical jump hos mandlige basketball- og volleyballspillere som følge af en PAP-protokol i et studie af Chen et al. (2017). Med tanke på dette og at der som tidligere nævnt findes blandede resultater for brug af priming, kan det tænkes, at en mulig årsag til, at der ikke findes øget præstation som følge af priming i indeværende studie er, at der er en individuel variation i responset på priming.

Der er altså, som beskrevet i ovenstående, flere mulige årsagsforklaringer på, hvorfor der ikke ses en øget effekt af priming i indeværende studie. Særligt mistænkes det, at intensiteten på 80% af 1RM har været for lav til at give en præstationsfremmende effekt. Dette kan både skyldes at intensiteten i sig selv ikke har været høj nok, eller at udførelsen af fastsættelse af intensitet er blevet påvirket af forskellige faktorer som eksempelvis træningserfaring.

Udover forskellige mekanismer, som nævnt i ovenstående, er der også nogle metodiske begrænsninger i indeværende studie, som kan have haft indflydelse på, at der ikke ses effekt af primingsessionerne. Som det fremgår af resultaterne, var der en signifikant forskel på deltagernes broad jump testscore fra første session til tredje session. Dog var der ikke en signifikant forskel mellem første og anden session eller anden og tredje session. Denne forskel tyder altså på, at der muligvis har været en tillæringseffekt, hvor deltagerne er blevet bedre til at udføre broad jump testen fra første til tredje gang. Dette på trods af at der blev forsøgt taget højde for dette gennem en familiseringsdag. Det kan formodentlig have en indflydelse på resultaterne i en datagrube, hvor der også er et begrænset antal deltagere. Desuden betyder det, at en eventuel effekt af priming skulle være forholdsvis stor for at overstige læringseffekten og blive synlig i resultaterne. Samme tillæringseffekt var dog ikke til stede i Vertical Jump test eller Change of Direction testen.

Ydermere var deltagerne instrueret i ikke at træne på selve testdagen, men udover dette at fortsætte deres normale hverdagsaktiviteter. Grundet de mange træningsdage deltagerne havde i løbet af ugen, blev alle primingsessioner og test udført mandage efter weekenden. Det betød dog at nogle af spillerne i løbet af studiet

deltog i turneringer om lørdagen, hvorfor der kunne være enkelte tilfælde af træthed på testdagen. Dette har dog formentlig spillet en lille rolle i forhold til resultaterne.

6. Konklusion

Formålet med dette studie var at undersøge effekten af en primingsession bestående af benpres med en intensitet på 80% af 1RM og en intensitet på 40% af 1RM på unge badmintonspilleres fysiske præstation seks timer efter sessionen. I indeværende studie blev der ikke fundet en effekt af primingsessionerne målt på Broad Jump test, Vertical Jump test og Change of Direction test. På baggrund af disse data har priming ikke en effekt ved træning med 80% eller 40% af 1RM.

7. Perspektivering

Formålet med dette studie var at undersøge effekten af en primingsession bestående af benpres med en intensitet på 80% af 1RM og en intensitet på 40% af 1RM på unge badmintonspilleres fysiske præstation seks timer efter sessionen. Dette studie er relevant for badmintontontrænere og badmintonspillere, som anvender eller overvejer at anvende priming som et redskab til at øge den akutte præstation. Det faktum at der ikke findes effekt af primingsessionerne i dette studie, giver trænere og spillere et indblik i at en

benpressession på 80% af 1RM ikke er relevant som brug af primingredskab for at optimere spillernes præstation efterfølgende.

Referencer

- Al-Attar, J., Croft, H., Bloxham, K. & Blair, M. 2020, "Original Scientific Research Study COHORT STUDY - TRAINING LOAD AND ITS PROGRESSION FROM AMATEUR TO SEMI-PROFESSIONAL RUGBY", vol. 28, pp. 6–15.
- Boullosa, D., Beato, M., Dello Iacono, A., Cuenca-Fernández, F., Doma, K., Schumann, M., Zagatto, A., Loturco, I. & Behm, D. 2020, "A New Taxonomy for Post-activation Potentiation in Sport", *International Journal of Sports Physiology and Performance*, vol. 15.
- Cenan, B. & Pamuk, Ö *Analysis of Tokyo Summer Olympic Games Badminton Men's Singles Competition. 2023. **
- Chen, Z., Lo, S., Wang, M., Yu, C. & Peng, H. 2017, "Can Different Complex Training Improve the Individual Phenomenon of Post-Activation Potentiation?", *Journal of human kinetics*, vol. 56, pp. 167–175.
- Chiu, L., Fry, A., Weiss, L., Schilling, B., Brown, L. & Smith, S. 2003, "Postactivation Potentiation Response in Athletic and Recreationally Trained Individuals", *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, vol. 17, pp. 671–7.
- Cook, C.J., Kilduff, L.P., Crewther, B.T., Beaven, M. & West, D.J. 2014, "Morning based strength training improves afternoon physical performance in rugby union players", *Journal of science and medicine in sport*, vol. 17, no. 3, pp. 317–321.
- Csataljay, G., O'donoghue, P., Hughes, M. & Dancs, H. 2016, "Performance indicators that distinguish winning and losing teams in basketball", *International Journal of Performance Analysis in Sport*, vol. 9, no. 1, pp. 60.
- Ekstrand, L.G., Battaglini, C.L., McMurray, R.G. & Shields, E.W. 2013, "Assessing explosive power production using the backward overhead shot throw and the effects of morning resistance exercise on afternoon performance", *Journal of strength and conditioning research*, vol. 27, no. 1, pp. 101–106.
- Esformes, J.I., Cameron, N. & Bampouras, T.M. 2010, "Postactivation potentiation following different modes of exercise", *Journal of strength and conditioning research*, vol. 24, no. 7, pp. 1911–1916.
- Fry, A.C., Stone, M.H., Thrush, J.T. & Fleck, S.J. 1995, "Precompetition Training Sessions Enhance Competitive Performance of High Anxiety Junior Weightlifters", *The Journal of Strength & Conditioning Research*, vol. 9, no. 1.
- Gautam, A., Singh, P. & Varghese, V. 2024, "Effects of Postactivation Potentiation enhancement on sprint and change-of-direction performance in athletes: A systematic review", *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, vol. 39, pp. 243–250.
- González-Badillo, J.J., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Ribas, J., López-López, C., Mora-Custodio, R., Yañez-García, J.M. & Pareja-Blanco, F. 2016, "Short-term Recovery Following Resistance Exercise Leading or not to Failure", *International Journal of Sports Medicine*, vol. 37, no. 4, pp. 295–304.
- Harrison, P.W., James, L.P., McGuigan, M.R., Jenkins, D.G. & Kelly, V.G.

- 2019, "Resistance Priming to Enhance Neuromuscular Performance in Sport: Evidence, Potential Mechanisms and Directions for Future Research", *Sports Medicine*, vol. 49, no. 10, pp. 1499.
- Holmberg, P.M., Russell, S., Katherine A. O'Brien, James, L.P. & Kelly, V.G. 2024, "Exploring strength and conditioning practitioners' perceptions about using priming exercise as a pre-competition strategy to improve performance", *International Journal of Sports Science & Coaching*, vol. 19, no. 4, pp. 1598–1611.
- Kilduff, L.P., Owen, N., Bevan, H., Bennett, M., Kingsley, M.I.C. & Cunningham, D. 2008, "Influence of recovery time on post-activation potentiation in professional rugby players", *Journal of sports sciences*, vol. 26, no. 8, pp. 795–802.
- Mason, B., Argus, C., Norcott, B. & Ball, N. 2016, "Resistance Training Priming Activity Improves Upper-Body Power Output in Rugby Players: Implications for Game Day Performance", *Journal of Strength and Conditioning Research*, vol. 31, pp. 1.
- Phomsoupha, M. & Laffaye, G. 2016, "The Science of Badminton: Game Characteristics, Anthropometry, Physiology, Visual Fitness and Biomechanics", *Sports Medicine*, vol. 45, no. 4, pp. 473.
- Robbins, D.W. 2005, "Postactivation potentiation and its practical applicability: a brief review", *Journal of strength and conditioning research*, vol. 19, no. 2, pp. 453–458.
- Russell, M., King, A., Bracken, R.M., Cook, C.J., Giroud, T. & Kilduff, L.P. 2016, "A Comparison of Different Modes of Morning Priming Exercise on Afternoon Performance", *International journal of sports physiology and performance*, vol. 11, no. 6, pp. 763–767.
- Saez Saez de Villarreal, E., González-Badillo, J.J. & Izquierdo, M. 2007, "Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long-term acute jumping performance", *European journal of applied physiology*, vol. 100, no. 4, pp. 393–401.
- Sale, D.G. 2002, "Postactivation Potentiation: Role in Human Performance", *Exercise and sport sciences reviews*, vol. 30, no. 3.
- Seitz, L.B., Mina, M.A. & Haff, G.G. 2017, "A sled push stimulus potentiates subsequent 20-m sprint performance", *Journal of science and medicine in sport*, vol. 20, no. 8, pp. 781–785.
- Sotiropoulos, K., Smilios, I., Marios, C., Barzouka, K., Spaías, A., Douda, H. & Tokmakidis, S. 2010, "Effects of Warm-Up on Vertical Jump Performance and Muscle Electrical Activity Using Half-Squats at Low and Moderate Intensity", *Journal of sports science & medicine*, vol. 9, pp. 326–31.
- Tsoukos, A., Veligekas, P., Brown, L.E., Terzis, G. & Bogdanis, G.C. 2018, "Delayed Effects of a Low-Volume, Power-Type Resistance Exercise Session on Explosive Performance", *The Journal of Strength & Conditioning Research*, vol. 32, no. 3.