



Institutionen för hälsovetenskaper  
Fysioterapeutprogrammet

Utbildningsprogram  
i fysioterapi 180 hp

Examensarbete  
15 hp  
Hösten 2019

**Påverkar muskulär trötthet kraftutveckling och explosiv förmåga hos  
semi-professionella fotbollsspelare?**

**Författare**

Amanda Nilsson

Fysioterapeutprogrammet  
Lunds universitet  
har15ani@student.lu.se

**Handledare**

Anita Wisen, Doc,  
Universitetslektor,  
sjukgymnast  
Institutionen för  
hälsovetenskaper  
Lunds universitet.  
anita.wisen@med.lu.se

**Examinator**

Anna-Maria Drake  
Institutionen för hälsovetenskaper,  
Lunds universitet  
Anna\_maria.drake@med.lu.se

# **Påverkar muskulär trötthet kraftutveckling och explosiv förmåga hos semi-professionella fotbollspelare?**

Amanda Nilsson



**MEDICINSKA FAKULTETEN**  
Lunds universitet

Januari 2020  
Institutionen för hälsovetenskaper  
Medicinska fakulteten  
Lunds universitet

# Påverkar muskulär trötthet kraftutveckling och explosiv förmåga hos semi-professionella fotbollsspelare?

Nyckelord: Muskeltrötthet, fotboll, explosivitet, kraftutveckling, återhämtning, hopp, styrka.

## Bakgrund

Fotboll är en komplex idrott som ställer höga krav på en spelarnas fysiska, tekniska och taktiska färdigheter och deras förmåga att hoppa, accelerera, inbromsa och riktningförändra. Kraven på en enskild spelare skiljer sig till viss del beroende på spelarens position, träningsstatus och taktiska roll, men gemensamt för alla spelare är att en viss trötthet kommer att inträffa både temporärt under en match och i slutet av en match. Studier har visat på att trötthet förändrar våra rörelsemönster vilket leder till sämre prestationsförmåga. Studier på trötthet, återhämtning och prestation har under senare år utvecklats och i en allt större grad integrerats i planering och genomförande av träning, allt för att kunna få spelarna att prestera på sin maximala kapacitet.

## Syfte/Frågeställning

Studiens syfte var att studera hur explosiv förmåga hos semi-professionella fotbollsspelare påverkas av muskulär trötthet samt att studera samband mellan benstyrka och hopp höjd i direkt anslutning till muskulär trötthet och efter en kort återhämtningsperiod efter muskulär trötthet. Frågeställningarna var: 1. Hur ser den explosiva prestationen ut, mätt som hopp höjd, i direkt anslutning till akut muskulär trötthet respektive efter en 3 minuters återhämtningsperiod i anslutning till akut muskulär trötthet? 2. Ses någon skillnad i prestation, mätt som hopp höjd, mellan hopp i direkt anslutning till muskulär trötthet och efter en 3 minuters återhämtningsperiod efter muskulär trötthet? 3. Ger 30 minuters vila mellan set tillräcklig tid för återhämtning av benstyrka så att 70% av 1 RM kan utföras med samma antal repetitioner? 4. Ses någon skillnad i prestation, mätt som hopp höjd, mellan tre på varandra följande hopp efter akut muskulär trötthet samt efter 3 minuters återhämtningsperiod? 5. Ses någon korrelation mellan benstyrka och hopp höjd vid akut muskulär trötthet? 6. Ses någon korrelation mellan benstyrka och hopp höjd efter en 3 minuters återhämtningsperiod efter muskulär trötthet?

## Studiedesign

En icke-randomiserad kontrollerad studie.

## Material och metoder

12 stycken fotbollsspelare (ålder  $24,3 \pm 4,6$  år, längd  $184 \pm 6,8$  cm, vikt  $80,6 \pm 7,0$  kg) aktiva på en division II och IV nivå inom svensk fotboll rekryterades till studien. Spelarnas benstyrka testades fram och analyserades (1 RM i benpress), och spelarna fick utföra hopptester (CMJ) i direkt anslutning till muskulär trötthet och med en 3 minuters återhämtningsperiod efter muskulär trötthet. Hopptesterna utfördes i 2 set som påbörjades med att spelarna fick utföra 70 % av 1 RM i benpress till failure. I set 1 utförde spelarna 3 på varandra efterföljande hopp direkt efter benpressarna och i set 2 utförde spelarna 3 på varandra efterföljande hopp med 3 minuters återhämtningsperiod efter benpressarna. Vilan mellan seten var 30 minuter. Deskriptiv statistik användes för att analysera resultaten.

## Resultat

Samtliga spelare hoppade högre efter en 3 minuters återhämtningsperiod efter muskulär trötthet ( $43,2 \pm 6,4$  cm) i jämförelse med i direkt anslutning till muskulär trötthet ( $36,0 \pm 4,7$  cm). Skillnaden mellan hoppen var i procent av medelvärde 16,7 %. Det antal benpress spelarna utförde varierade från set 1 ( $17,9 \pm 4,25$  repetitioner) till set 2 ( $13,7 \pm 3,5$  repetitioner). I direkt anslutning till muskulär trötthet hoppade spelarna generellt sett högst i det tredje och avslutande hoppet. Med 3 minuters återhämtningsperiod efter muskulär trötthet hoppade spelarna marginellt högre i det första hoppet. Det fanns ett visst samband mellan benstyrka och hopp höjd vid akut muskulär trötthet ( $r = 0,47$ ) och mellan benstyrka och hopp höjd efter en 3 minuters återhämtningsperiod efter muskulär trötthet ( $r = 0,49$ ).

## Slutsats

Resultaten varierade en del mellan spelarna men samtliga spelare presterade sämre i CMJ vid muskulär trötthet. Tiden det tog för spelarna att återhämta sig efter muskulär trötthet varierade och påverkade den explosiva förmågan och benstyrkan. Detta tyder på den muskulära tröttheten har en stor påverkan på explosiv förmåga. Det finns en viss korrelation mellan benstyrka och hopp höjd. Jämför man korrelationen mellan benstyrka och hopp höjd vid akut muskulär trötthet med korrelationen mellan benstyrka och hopp höjd efter en 3 minuters återhämtningsperiod efter muskulär trötthet, så går det inte att se några stora skillnader. Detta tyder på att benstyrkan har en viss betydelse för explosiv förmåga oberoende på hur pass muskulärt uttröttad spelaren är. Ytterligare studier på prestation och trötthet krävs då orsakssambanden är många och komplexa, och då det finns ytterligare parametrar att undersöka.

# Does muscular fatigue affect power and explosiveness in semi-professional football players?

Keywords: Muscle Fatigue, football, explosiveness, power development, recovery, jump, strength.

## Background

Soccer is a complex sport that requires high demands on the players physical, technical and tactical skills and their ability to jump, break and change direction. The demand on a specific player is different depending of his position on the field, current psychical status and tactical role, but common for all players is that some fatigue will occur both temporary during a game and in the end of the game. Studies has shown that fatigue changes our movement patterns, which reduce the ability to perform. During recent years, studies on fatigue, recovery and performance has developed and increasingly been included in planning and implemented in planning – all in order to make the players to perform to their maximum capacity.

## Purpose/questioning

The purpose of the study was to investigate how muscular fatigue affect explosive ability in semi-professional soccer players, and to explore the conjunction with leg strength and high jump in direct connection with muscular fatigue after a short while recovery after muscular fatigue. The questions were 1. How does the explosive performance look like, measured as high jump, in connection with acute muscular fatigue and after a 3 minutes recovery period in connection with acute muscular fatigue. 2. Is there any difference in performance, measured as jump height, between jump in direct connection with acute muscular fatigue and after a 3 minutes recovery period in connection with acute muscular fatigue. 3. Does the 30 minutes rest between sets give enough time of recoveriny of leg strength to allow 70 % of 1 RM to be performed with the same numbers of repetitions? 4. Is there any difference in performance, measured as jump height, between three consecutive jumps after acute muscular fatigue and after a 3 minutes recovery period in connection with acute muscular fatigue. 5. Is there any correlation between leg strength and jump height in acute muscular fatigue? 6. Is there any correlation between leg strength and jump height after a 3 minutes recovery-period in connection with acute muscular fatigue?

## Study design

A non-randomized controlled study.

## Material and methods

12 football-players (age  $24,3 \pm 4,6$  years, length  $184 \pm 6,8$  cm, weight  $80,6 \pm 7,0$  kg) active at a division II and IV level in the Swedish football-league were recruited to the study. The players leg strength was tested and analyzed (1 RM in leg press) and they performed tests in jump-height after acute muscular fatigue and after a 3 minute recovery period in connection with acute muscular fatigue. The tests in jump height were performed in 2 sets. Every set started with the players performing 70 % of 1 RM in leg press to failure. In set 1, the players performed 3 consecutive jumps directly after the leg press and in set 2, the players performed 3 consecutive jumps with a 3 minute recovery period after the leg press. The rest between sets was 30 minutes. Descriptive statistics were used to analyze the results.

## Results

All players performed better in jump height after a 3-minutes recovery period after muscular fatigue ( $43,2 \text{ cm} \pm 6,4 \text{ cm}$ ) compared to directly related to muscular fatigue ( $36 \pm 4,7 \text{ cm}$ ). The difference between the jumps was a percentage of average 16,7%. The number of repetitions performed in leg press varied from the first set ( $17,9 \pm 4,25$  repetitions) to the second set ( $13,7 \pm 3,5$  repetitions). In direct connection with muscular fatigue, the players generally performed their highest jump in the third and final jump. With a 3-minutes recovery period after muscular fatigue, the players performed their highest jump in the first time, but the difference between the jumps were marginal. There was some association between leg strength and jump height in acute muscular fatigue ( $r=0,47$ ) and between leg strength and jump height after a 3-minutes recovery period after muscular fatigue ( $r=0,49$ )

## Conclusion

The results varied between the players, but all players performed worse in CMJ when having acute muscular fatigue. The time needed for the players to recover from muscular fatigue varied and it affected the explosive ability and leg strength. This suggest that muscular fatigue has a major impact on explosive ability. There is a certain correlation between leg strength and jump height. No major differences can be seen comparing leg strength and jump height after a 3-minute recovery period after muscular fatigue with jump height in direct connection with muscular fatigue. This indicates that leg strength has some significance for explosive ability regardless of how muscularly fatigued the player is. Further studies on performance and fatigue are required due to the many and complex causal relationships and due to the additional parameters that are left to investigate.

## Innehåll

1. Introduktion.....	1
1.1 Fotbollens krav på dess utövare .....	1
1.2 Neuromuskulär trötthet.....	2
1.3 Muskelfunktion och trötthet.....	2
1.4 Utveckla explosivitet.....	2
2. Syfte och frågeställning .....	4
3. Metod .....	5
3.1 Försökspersoner och urval .....	5
3.2 Mätmetoder och testgenomförande .....	5
3.2.1 Testtillfälle 1: 1 RM i benpress .....	5
3.2.2 Testtillfälle 2: Vertikala hopp.....	6
3.3 Validitet och reliabilitet .....	7
3.4 Statistiska metoder.....	7
3.5 Etiska ställningstagande .....	7
4. Resultat .....	9
4.1 Hur ser den explosiva prestationen ut, mätt som hopphöjd, i direkt anslutning till muskulär trötthet respektive efter en 3 minuters återhämningsperiod efter muskulär trötthet?.....	9
4.2 Ses någon skillnad i prestation, mätt som hopphöjd, i direkt anslutning till muskulär trötthet respektive efter en 3 minuters återhämningsperiod efter muskulär trötthet?.....	10
4.3 Ger 30 minuters vila mellan set tillräcklig tid för återhämtning av ben-styrka, så att 70 % av 1 RM kan utföras med samma antal repetitioner?.....	10
4.4 Ses någon skillnad i prestation, mätt som hopphöjd, mellan tre på varandra följande hopp efter akut muskulär trötthet samt efter 3 minuters återhämningsperiod? .....	11
4.5 Ses någon korrelation mellan ben-styrka och hopphöjd vid akut muskulär trötthet.....	12
4.6 Ses någon korrelation mellan ben-styrka och hopphöjd efter en 3 minuters återhämningsperiod efter muskulär trötthet.....	13
5. Diskussion .....	14
5.1 Metoddiskussion .....	14
5.2 Resultatdiskussion .....	15
5.2.1 Hur ser den explosiva prestationen ut, mätt som hopphöjd, i direkt anslutning till muskulär trötthet respektive efter en 3 minuters återhämningsperiod efter muskulär trötthet?.....	15
5.2.2 Ses någon skillnad i prestation, mätt som hopphöjd, i direkt anslutning till muskulär trötthet respektive efter en 3 minuters återhämningsperiod efter muskulär trötthet?.....	15
5.2.3 Ger 30 minuters vila mellan set tillräcklig tid för återhämtning av ben-styrka, så att 70 % av 1 RM kan utföras med samma antal repetitioner?.....	15
5.2.4 Ses någon skillnad i prestation, mätt som hopphöjd, mellan tre på varandra följande hopp efter akut muskulär trötthet samt efter 3 minuters återhämningsperiod?.....	16
5.2.5 Ses någon korrelation mellan ben-styrka och hopphöjd vid akut muskulär trötthet.....	16
5.2.6 Ses någon korrelation mellan ben-styrka och hopphöjd efter en 3 minuters återhämningsperiod efter muskulär trötthet.....	16
5.3 Konklusion.....	17
5.4 Framtida forskning.....	17
5.5 Klinisk relevans.....	17
Käll- och Litteraturförteckning .....	18
Bilagor.....	20

## **1. Introduktion**

Förståelsen över de fysiska kraven som fotbollen ställer på dess utövare har under senare år utvecklats och förbättrats (1, 2). Fotboll innebär ett intermittent arbete där intensiteten drastiskt kan förändras under en match (3). Detta har en direkt påverkan på en spelares fysiska kravprofil då en spelares fysiska svar vid aktioner kommer att påverkas av de aktioner som nyligen utförts.

I studier har man kunnat se att kapaciteten för musklerna att utveckla kraft kommer att minska i slutet av matchen (4) och att den trötthet som utvecklas under match och efter korta ansträngningar har en direkt påverkan på prestationsförmåga och skaderisk (3, 5). Muskelglykogen är ett av de viktigaste substraten för energiproduktion vid korta ansträngningar av intermittenta aktiviteter (3) och i studier har man kunnat se ett samband mellan utmattning och uttömning av glykogen i vissa muskelfiber (2, 5). När det gäller energiproduktion har man även kunnat se att träningsperioderna med hög intensitet är viktiga (1, 3) och att det är högintensiv träning som skiljer de toppklassiga spelarna från spelare på en lägre nivå (5). Forskning har i en allt större utsträckning integrerats i planering och genomförande av träning.

Tidigare studier har kunnat visa på att starkare idrottare har en större kraftutveckling och kan prestera bättre i explosiva moment som sprint och hopp. Tidigare studier har även visat att trötthet förändrar våra rörelsemönster (3, 6, 7, 8) vilket leder till sämre prestationsförmåga (5, 9). Syftet med denna studien är att undersöka vilken påverkan muskulär trötthet kan ha på en fotbollsspelares kraftutveckling och explosiva förmåga, samt att studera sambandet mellan benstyrka och explosivitet. Med detta som grund är förhoppningarna att resultatet av denna studien ska kunna bidra till att utveckla fotbollsspelarnas fysträning i syfte att kunna uppnå maximal fysisk prestation på fotbollsplanen.

### **1.1 Fotbollens krav på dess utövare**

Fotboll är en komplex idrott som ställer höga krav på dess utövare (4). En fotbollsspelare måste framgångsrikt kunna anpassa sig till en snabbt föränderlig miljö, vilket ställer krav både på spelarens fysiska, tekniska och taktiska färdigheter och deras förmåga att hoppa, accelerera, inbromsa och rikttningsförändra (3).

Fotboll på elitnivå har utvecklats och så även forskningen på prestation under träning och match. Forskningen har samtidigt, i en allt större utsträckning, integrerats i planering och genomförande av träning (1, 3).

En elitfotbollsspelare utför cirka 150 -250 korta intensiva aktioner under en match. En spelare måste alltså återkommande kunna prestera högintensiva aktioner.

Den primära energikällan under en match kommer från den aeroba glykolysen men den anaeroba förmågan att producera energi är en väsentlig del av prestationen eftersom de utgörs av dessa korta, intensiva och viktiga aktionerna under en match (4). Studier har visat att förmågan att utnyttja det anaeroba systemet är bättre på spelare som spelar på en högre nivå än de som spelar på en lägre nivå.

Kraven på en enskild spelare skiljer sig till viss del beroende på spelarens position, träningsstatus och taktiska roll, men gemensamt för alla spelare är att en viss trötthet kommer att inträffa både temporärt under en match och i slutet av en match (4).

## **1.2 Neuromuskulär trötthet**

Trötthet i idrotter där prestationsförmågan måste bevaras under en längre tid, definieras som oförmågan att upprätthålla den nödvändiga kraftutvecklingen för fortsatt muskulärt arbete vid en given intensitet (4).

Trötthet som sker vid arbete är ett komplext fenomen och är oftast en kombination av central och muskulär trötthet. Det sker alltså både en minskad aktivering av muskeln och en försämrad muskelfunktion. Vid kort och intensivt arbete dominerar oftast den muskulära tröttheten, men vid lägre intensiteten och längre arbete är den anaeroba energiproduktionen av mindre betydelse och den centrala tröttheten kommer att vara dominerande. Under en fotbollsmatch kommer spelarna uppleva båda typer av trötthet (3).

## **1.3 Muskelfunktion och trötthet**

Muskeln energiförsörjning sker med hjälp av aeroba och anaeroba energiprocesser (4). De anaeroba processerna som dominerar vid de avgörande intensiva perioderna i en match leder till en ansamling av slaggprodukter som kan störa muskelfunktionen. Det sker en laktatbildning som leder till att det blir ett minskat pH-värde i muskeln och en nedbrytning av kreatin-fosfat som gör att möjligheten att tillföra energi via de anaeroba processerna försämras. Muskeln drabbas av energibrist (2).

Vid idrotter som fotboll har muskeln effektutveckling en avgörande roll. Vid hårt arbete kommer muskelfunktionen bli påverkad genom minskad kraft, långsammare förkortningshastighet och långsammare relaxation (3, 6). Denna försämring kommer att ha betydelse vid snabba, explosiva arbeten och den kommer leda till att tekniken vid komplexa rörelser försämras.

Studier har visat att muskeln effektutveckling (kraft x hastighet) efter kort och intensivt arbete återhämtar sig mycket snabbt (10). Efter 15 sekunder har så mycket som 50 % av kraften återhämtat sig och efter 2 minuter är kraften helt restituerad. Ser man till återbildningen av kreatin-fosfat är ungefär hälften återbildat 30 sekunder efter arbete och efter 2-4 minuter är kreatin-fosfat tillbaka till samma nivå som före arbetet. Restitutionen påverkas däremot av muskeln aeroba potential då man sett att den är betydligt snabbare hos uthållighetstränade individer jämfört med sprint tränade och otränade. Då återbildningen av kreatin-fosfat är beroende av att ATP bildas från de aeroba processerna så påverkas återbildningen även av muskelblodflödet och syresättningen av muskulaturen.

Vid mycket korta anaeroba arbeten sker alltså återhämtningen av muskeln styrka och effekt mycket snabbt vilket med största sannolikhet beror på att återställningen av muskeln energistatus och fosfathalt sker med liknande tidsförlopp (10, 11).

Vid längre arbeten är återhämtningen betydligt långsammare och verkar bland annat beroende av att laktatansamlingarna reduceras, vilket tar längre tid ju mer laktat som hunnit ansamlas.

Muskulär trötthet skiljer mellan kortare, intensiva arbeten och längre arbeten (1, 3, 6, 12). Orsakerna till muskulär trötthet har länge varit kopplat framförallt till en ökad halt av laktat och fosfat samt en ökad muskulär energibrist. Men nyare studier visar att orsaksmekanismerna till tröttheten eventuellt är betydligt fler och mer komplicerade (4). Ju längre arbetet pågår desto mer komplexa verkar mekanismerna vara. Denna studien kommer fokusera på tröttheten som sker efter korta och intensiva arbeten.

## **1.4 Utveckla explosivitet**

Att utveckla explosivitet är en viktig komponent i alla idrotter som involverar hopp, sprinter och riktningförändringar (13).

Starkare atleter har en större kraftutveckling och kan utveckla kraft snabbare än en svagare individ. Styrketräning som syftar på att utveckla maximal styrka kommer även utveckla explosivitet och ur det hänseendet även prestation i idrotter där det är viktigt att kunna utveckla kraft under kort tid.



## 2. Syfte & frågeställningar

Syftet med denna studie är att studera hur explosiv prestationsförmågan hos semi-professionella fotbollsspelare påverkas av muskulär trötthet samt att utvärdera återhämtningens betydelse för prestationsförmågan.

Syftet var även att studera samband mellan benstyrka och hopphöjd i direkt anslutning till muskulär trötthet och hopphöjd efter en kort återhämtningsperiod efter muskulär trötthet.

Frågeställningar;

Hur ser den explosiva prestationen ut, mätt som hopphöjd, i direkt anslutning till akut muskulär trötthet respektive efter en 3 minuters återhämtningsperiod i anslutning till akut muskulär trötthet?

Ses någon skillnad i prestation, mätt som hopphöjd, mellan hopp i direkt anslutning till muskulär trötthet och efter en 3 minuters återhämtningsperiod efter muskulär trötthet?

Ger 30 minuters vila mellan set tillräcklig tid för återhämtning av ben-styrka så att 70% av 1 RM kan utföras med samma antal repetitioner?

Ses någon skillnad i prestation, mätt som hopphöjd, mellan tre på varandra följande hopp efter akut muskulär trötthet samt efter 3 minuters återhämtningsperiod?

Ses någon korrelation mellan benstyrka och hopphöjd vid akut muskulär trötthet?

Ses någon korrelation mellan benstyrka och hopphöjd efter en 3 minuters återhämtningsperiod efter muskulär trötthet?

### 3. Metod

För att kunna besvara studiens frågeställningar har en kvantitativ ansats använts i form av en tvärsnittsstudie. En grupp av manliga fotbollsspelare har fått utföra test i explosiv förmåga och i benstyrka. Testerna utfördes på en gymanläggning i Karlshamn ägd av Wellness Studio. Testerna utfördes under två olika tillfällen, med 7 dagars mellanrum, under mars 2019, precis innan starten av spelarnas seriepremiär.

#### 3.1 Försökspersoner & urval

Deltagarna i studien bestod av 12 stycken manliga fotbollsspelare från Div. II och IV i Södra Götalands regionen. Urvalet skedde genom förfrågan i två olika spelartrupper med anknytning till studieförfattaren. Ålder 17-31 år. Alla spelarpositioner fanns representerade i urvalsgruppen. Spelarnas fotbollserfarenhet var minst på 7 år. Spelarna hade inga nuvarande skador eller skador som bidragit till full frånvaro från fotbollen under den senaste månaden. Samtliga spelare informerades både skriftligt och muntligt i studien och dess syfte och metod tre veckor före testerna startade. Spelarna delades in i två stycken grupper, grupp A och grupp B, där lika många från vardera division fanns representerade. Det som skiljde grupperna åt var vilket test, test 1 eller test 2, som spelarna började utföra då deras explosiva förmåga analyserades (se rubrik 3.2.2, samt figur 1).

**Tabell 1:** Ålder, vikt, längd, division och spelarnas 1 RM i benpress angett som medelvärde med tillhörande standardavvikelse fördelat mellan Grupp A och Grupp B (n=12).

	<b>Grupp A</b>	<b>Grupp B</b>
<b>Ålder (år)</b>	23,8 ± 4,6	24,8 ± 5,0
<b>Vikt (kg)</b>	80,3 ± 7,1	81 ± 7,6
<b>Längd (cm)</b>	185 ± 5,7	183,2 ± 8,3
<b>1 RM benpress (kg)</b>	299,2 ± 25,2	214,2 ± 51,2
<b>Division 2 spelare (antal)</b>	4	4
<b>Division 4 spelare (antal)</b>	2	2

#### 3.2 Mätmetoder och testgenomförande

Testerna i benstyrka utfördes i en halvliggande benpress-maskin av märket Panatta. Den explosiva förmågan testades genom vertikala hopp som analyserades med hjälp av en rysk fotocell-utrustning av märket Ivar som mäter tiden spelaren befinner sig i luften och räknar om det till centimeter. Spelarna fick skatta ansträngning enligt Borgs skala 6-20, efter att ha utfört benpress. Utförandet gjordes i en sittande benpress för att minimera påverkan av spelarnas tekniska utförande (14).

Testerna var uppdelade i två olika tillfällen med 7 dagars mellanrum. Vid första tillfället utfördes endast benpress med syfte att mäta spelarnas 1 RM. Vid andra tillfället utfördes benpress och vertikala hopp. Vid testerna hade spelarna inte utfört matchspel eller tuffare träning inom 2 dagar.

Under alla tester uppmanades spelarna muntligt att prestera till yttersta ansträngning.

##### 3.2.1 Testtillfälle 1: 1 RM i benpress

Som uppvärmning fick spelarna cykla eller promenera i minst 5 minuter innan de fick utföra 3 uppvärmnings-set benpress på submaximal belastning.

Alla spelarna testade fram sitt 1 RM i benpress genom att succesivt lägga på vikt på maskinen till det att 1 RM hade uppnåtts (15). Spelarna nådde detta inom 2-5 försök. En godkänd repetition i benpress gick från raka ben till en benböj med en knäledsvinkel på under 90 grader, tillbaka till raka ben. Rörelsen skulle vara kontinuerlig, vilket innebär att spelarna inte fick stanna och vila i övre eller nedre läget.

Efter varje försök fick spelarna skatta sin muskulära ansträngning enligt Borg skala (se bilaga 2) (16). Samtliga spelare fick en genomgång i skalan före testet.

Vilan mellan varje försök var minst 3 minuter (17).

Vikten som spelarna testades fram på tog enbart hänsyn till de fria viktskivor som adderades till maskinen.



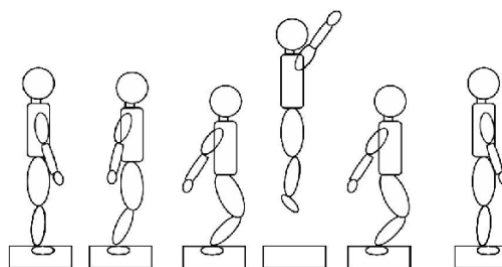
### 3.2.2 Testtillfälle 2: Vertikala hopp

Som uppvärmning fick spelarna cykla eller promenera i 10 minuter, därefter utförde samtliga spelare 5 repetitioner i benpress på 40 % av deras 1 RM och 5 repetitioner i benpress på 60 % av deras 1 RM. Vilan mellan uppvärmnings seten var minst 3 min.

Spelarna fick en gemensam muntlig och praktiskt genomgång i utförandet av hoppet.

Samtliga spelare fick utföra 3 x 3 submaximala hopp som uppvärmning och som invänjning av rörelsen. Hoppet som utfördes var Counter Movement Jump (CMJ) med armföring.

Hoppet utgick från ett valfritt djup och varje hopp följdes av en studs efter landning.



Testutförandet innebar att samtliga spelare fick utföra två olika set med benpress på 70 % av deras RM följt av 3 stycken vertikala hopp. Skillnaden mellan seten var att spelarna skulle utföra hoppet direkt efter benpressen i ett set (test 1), och 3 minuter efter benpressen i ett set (test 2). Fotbollsspelarna delades in i två olika grupper, grupp A och grupp B. Skillnaden

mellan grupperna var att grupp A började utföra test 1 och grupp B började utföra test 2. Vilan mellan testen var 30 min (18), se figur 1.

- **Test 1:** 70 % av 1 RM i benpress till failure - direkt följt av 3 stycken vertikala hopp med max-intention.
- **Test 2:** 70 % av 1 RM i benpress till failure - 3 min vila - 3 stycken vertikala hopp med maxintention.

Benpressen utfördes enligt samma kriterier som då 1 RM togs fram. Spelarna fick fortsätta rörelsen till det att en godkänd repetition inte längre kunde upprätthållas, då de nått failure. Spelarna fick skatta sin upplevda muskulära ansträngning enligt Borgs skala, 6-20. Skattningen och antal repetitioner noterades. Samtliga spelare skattade 19-20 på Borgs skala, efter benpressen i både test 1 och test 2, vilket tyder på att spelarna tog ut sig till maximal ansträngning (se bilaga 2). Vid utförande av benpress fick spelarna verbal support och peppning av testledare samt övriga testdeltagare.

Vid hoppen fick spelarna gå in i mätytan mellan två sensorer och utföra hoppen enligt instruktionerna de fått i uppvärmningen. 3 hopp utfördes och den bästa hopphöjden registrerades. Sensorerna var placerade 2 meter ifrån benpress-maskinen.

Grupp A började utföra test 1 och grupp B började utföra test 2. Detta för att kunna evaluera och minimera påverkan på resultatet beroende på vilket set som spelaren började utföra.



**Figur 1.** Testutförande för grupp A och Grupp B.

### 3.3 Validitet och reliabilitet

Studiens validitet bygger på den utrustning som använts i studien.

Utrustningen som användes till hopptesterna är välrepresenterat i tidigare forskning och i fält. Validiteten är hög då utrustningen mäter hopphöjden vilket är det som avses. Testerna utfördes med minst 2 dagar från match eller hårdare fotbollsträning. Samtliga spelare var vana vid att utföra ansträngande styrketräning för ben samt att utföra vertikala hopp. Erfarenheten av styrketräning i benpress-maskin samt i utförandet av CMJ varierade dock något mellan spelarna.

### 3.4 Statistiska metoder

I studien har medelvärde med tillhörande standardavvikelse, min- och maxvärde samt korrelation använts för att redovisa resultatet. Korrelationen beräknades med hjälp av korrelationsfunktionen i Microsoft Excel version 16. Resultatet i studien är enbart redovisat med deskriptiv statistik.

### 3.5 Etiska ställningstagande

Samtliga deltagarna fick tre veckor före studiens start all information om studiens syfte och metod. Deras deltagande var helt frivilligt och alla spelare fick skriftligt godkänna sin

medverkan. Spelarna informerades även tydligt i att deltagande innebar att de kommer behöva ta ut sig till upplevd maximal muskulär trötthet, vilket kan vara smärtsamt.

Alla personuppgifter hanterades med sekretess och individuella resultat användes enbart i studiesyfte, enligt dataskyddsförordningen. Alla deltagare i studien fick information om när, hur och var personuppgifterna skulle komma att användas.

Studien godkändes 2019-03-18 av Vårdvetenskapliga etiknämnden (VEN) vid Lunds universitet.

## 4. Resultat

Beskrivande bakgrundsdata och resultat avseende 1 RM i benpress och hopphöjd för fotbollsspelarna (n=12) visas i tabell 2.

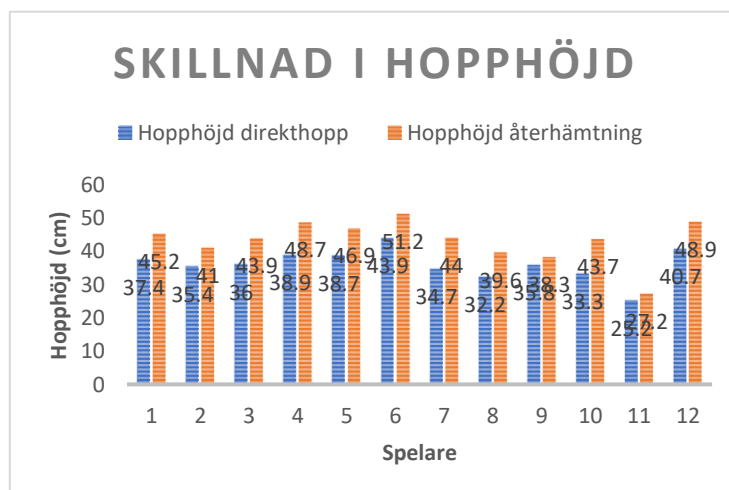
**Tabell 2:** Ålder, vikt, längd, spelarnas 1 RM i benpress samt deras hopphöjd i de två olika hoppen, angett som medelvärde med tillhörande standardavvikelse, samt med min- och maxvärde.

	Medelvärde ( $\pm$ SD)	Min	Max	Antal
<b>Ålder (år)</b>	24,3 ( $\pm$ 4,6)	17	31	12
<b>Vikt (kg)</b>	80,6 ( $\pm$ 7,0)	72	92	12
<b>Längd (cm)</b>	184 ( $\pm$ 6,8)	171	193	12
<b>1 RM benpress (kg)</b>	206 ( $\pm$ 39,3)	130	280	12
<b>Hopphöjd i direkt anslutning till muskulär trötthet (cm)</b>	36,0 ( $\pm$ 4,7)	25,2	43,9	12
<b>Hopphöjd med 3 minuters återhämtningsperiod (cm)</b>	43,2 ( $\pm$ 6,4)	27,2	51,2	12

### 4.1 Hur ser den explosiva prestationen ut, mätt som hopphöjd, i direkt anslutning till akut muskulär trötthet respektive efter en 3 minuters återhämtningsperiod i anslutning till akut muskulär trötthet?

I tabell 2 framgår att prestationsförmågan mätt som hopphöjd var högre efter 3 minuters återhämtning, medel 43,2 cm, jämfört med hopphöjd i direkt anslutning till muskulär trötthet, medel 36,0 cm. Dock var spridningen i hopphöjd större efter 3 minuters återhämtningsperiod ( $\pm$  6,4) än vid hopphöjd i direkt anslutning till muskulär trötthet ( $\pm$  4,7). För att få en klinisk bild av spridningen visas även min- och maxvärden.

Diagram 1 visar fotbollsspelarnas individuella hopphöjd i direkt anslutning till muskulär trötthet (blå markering) samt hopphöjd med 3 minuters återhämtning (orange markering). Samtliga spelare hoppade högre i hoppet som utfördes efter återhämtningsperioden.



**Diagram 1.** Hopp höjd i direkt anslutning till muskulär trötthet (blå markering) och med 3 minuters återhämtning (orange markering) (n=12). Resultatet är angivet i centimeter (cm). Spelare 1-8 är division 2-spelare och spelare 9-12 är division 4-spelare.

#### 4.2 Ses någon skillnad i prestation, mätt som hopp höjd, mellan hopp i direkt anslutning till muskulär trötthet och efter en 3 minuters återhämtningsperiod efter muskulär trötthet?

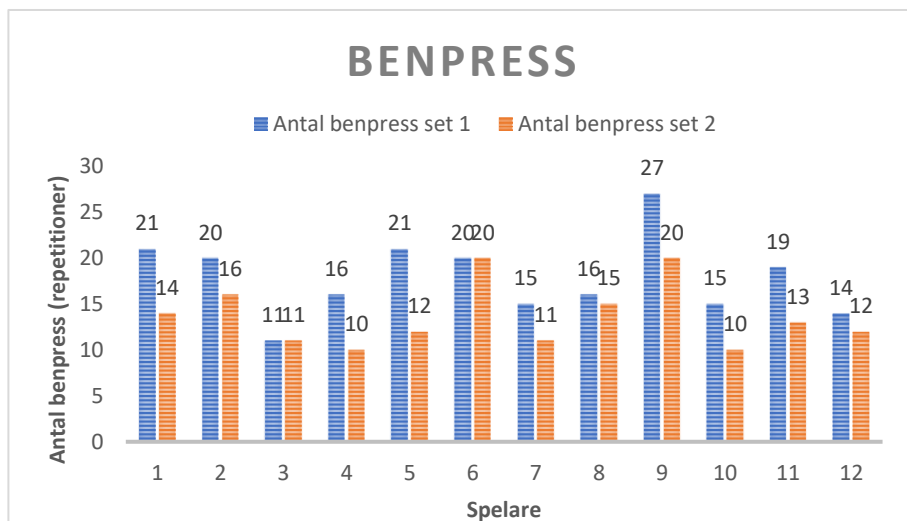
Skillnaden i hopp höjd mellan hoppet i direkt anslutning till muskulär trötthet och hoppet efter en 3 minuters återhämtningsperiod varierade från 6,5 % till 20,1 % med 16,7 % skillnad i procent av medelvärde. Tabell 3 redovisar samtliga spelares hopp höjd i direkt anslutning till muskulär trötthet och hopp höjd med 3 minuters återhämtning, samt skillnaden i procent mellan hoppen.

**Tabell 3:** Absolut och procentuell förändring i hopp höjd i direkt anslutning till muskulär trötthet och hopp höjd med 3 minuters återhämtning. Spelare 1-8 är division 2-spelare och spelare 9-12 är division 4-spelare.

<i>Försöks- person</i>	<b>Hopp höjd i direkt anslutning till muskulär trötthet (cm)</b>	<b>Hopp höjd med 3 minuters återhämtning (cm)</b>	<b>Skillnad i Procent</b>
<i>1</i>	37,4	45,2	17,3 %
<i>2</i>	35,4	41	13,7 %
<i>3</i>	36	43,9	18,0 %
<i>4</i>	38,9	48,7	20,1 %
<i>5</i>	38,7	46,9	17,5 %
<i>6</i>	43,9	51,2	14,3 %
<i>7</i>	34,7	44	21,1 %
<i>8</i>	32,2	39,6	18,7 %
<i>9</i>	35,8	38,3	6,5 %
<i>10</i>	33,3	43,7	23,8 %
<i>11</i>	25,2	27,2	7,3 %
<i>12</i>	40,7	48,9	16,8 %
			16,7 %

#### 4.3 Ger 30 minuters vila mellan set tillräcklig tid för återhämtning av ben-styrka, så att 70 % av 1 RM kan utföras med samma antal repetitioner?

Diagram 2 sammanställer det antal repetitioner benpress som spelarna utförde i set 1 och set 2 innan de nådde failure. Samtliga spelare utförde benpress med en vikt som skulle motsvara 70 % av deras 1 RM, beräknat på resultatet från första test tillfället. Det antal benpress som spelarna utförde innan de nådde failure varierade mellan spelarna från 10 till 27 repetitioner. Endast 2 spelare utförde samma antal repetitioner i första som andra setet. Hos en spelare skiljde det 9 repetitioner mellan första och andra setet.



**Diagram 2.** Skillnad i antal repetitioner benpress mellan set 1 (blå markering) och set 2 (orange markering) (n=12). Spelare 1-8 är division 2-spelare och spelare 9-12 är division 4-spelare.

**Tabell 4:** Antal benpress i set 1 och set 2, hopp höjd i direkt anslutning till muskulär trötthet och med 3 minuters återhämtning, samt procentuell förändring mellan hoppen. Resultatet är redovisat för grupp A (som utförde hopp i direkt anslutning till muskulär trötthet i set 1) och grupp B (som utförde hoppen i direkt anslutning till muskulär trötthet i set 2), samt för hela gruppen (grupp A + B).

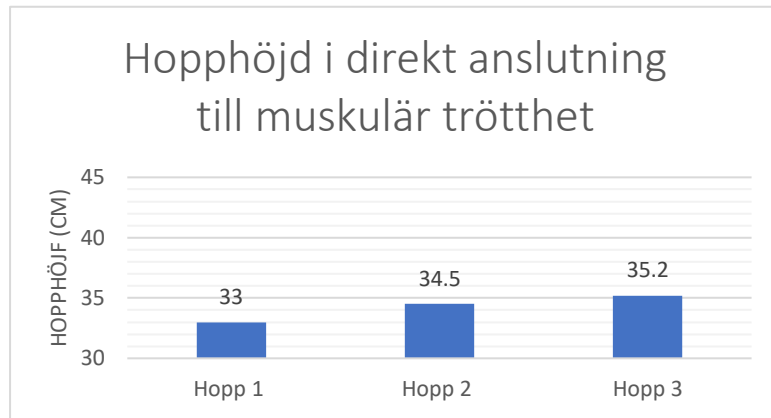
	Grupp A	Grupp B	Grupp A + B
<b>Antal benpress set 1 (repetitioner)</b>	16,8 ± 2,6	19 ± 5,5	17,9 ± 4,25
<b>Antal benpress set 2 (repetitioner)</b>	13,8 ± 3,9	13,5 ± 3,4	13,7 ± 3,5
<b>Hopp höjd i direkt anslutning till muskulär trötthet (cm)</b>	37,1 ± 4,3	34,9 ± 5,2	36,0 ± 4,7
<b>Hopp höjd med 3 minuters återhämtning (cm)</b>	43,8 ± 5,2	42,6 ± 7,8	43,2 ± 6,4
<b>Procentuell förändring i hopp höjd mellan hopp i direkt anslutning till muskulär trötthet och hopp med 3 minuters vila</b>	15,2 %	17,3 %	16,7 %

#### 4.4 Ses någon skillnad i prestation, mätt som hopp höjd, mellan tre på varandra följande hopp efter akut muskulär trötthet samt efter 3 minuters återhämtningsperiod?

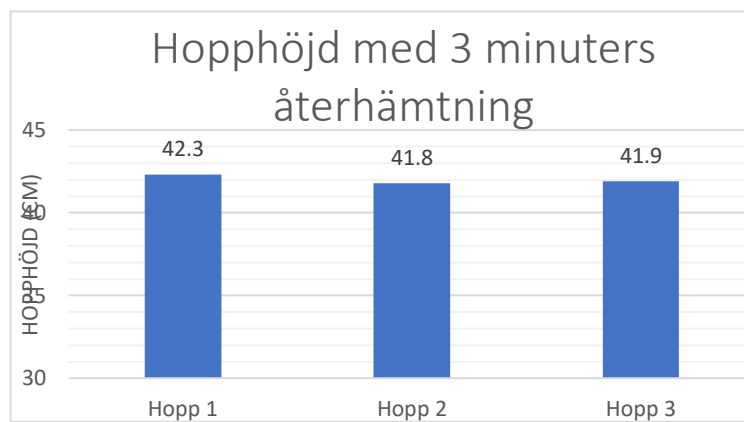
I diagram 3 ser man att spelarna hoppade högre för varje hopp i de tre på varandra efterföljande hoppen som utfördes i direkt anslutning till muskulär trötthet. Spelarna hoppade generellt sätt högst i det tredje hoppet.

I diagram 4 ser man att spelarna hoppade högst i det första hoppet som skedde efter den 3 minuter långa återhämtningsperioden, men skillnaden mellan de tre hoppen var ganska så små.





**Diagram 3.** Hopp höjd i de tre på varandra efterföljande hoppen som utfördes i direkt anslutning till muskulär trötthet. Resultatet är angivet i cm och är ett medelvärde på samtliga spelares hopp höjd.

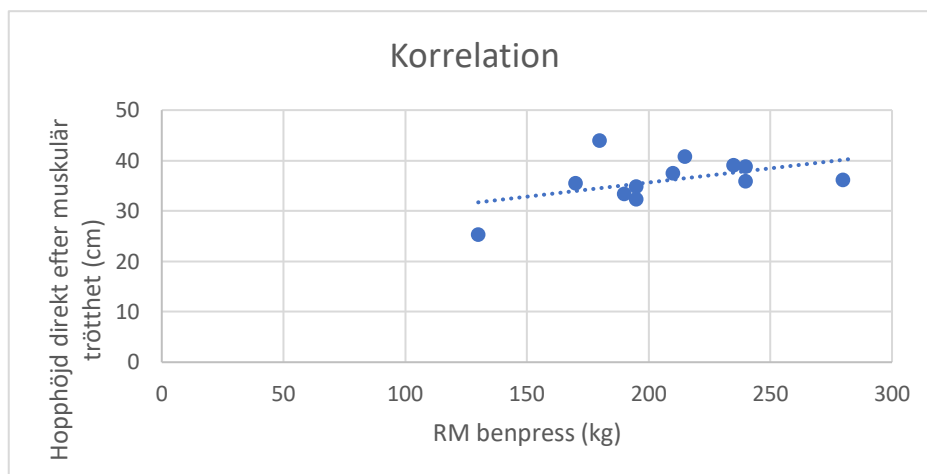


**Diagram 4.** Hopp höjd i de tre på varandra efterföljande hoppen som utfördes med 3 minuters återhämtningsperiod efter muskulär trötthet. Resultatet är angivet i cm och är ett medelvärde på samtliga spelares hopp höjd.

#### 4.5 Ses någon korrelation mellan benstyrka och hopp höjd vid akut muskulär trötthet?

Relationen mellan benstyrka och hopp höjd vid akut muskulär trötthet visas i diagram 5.

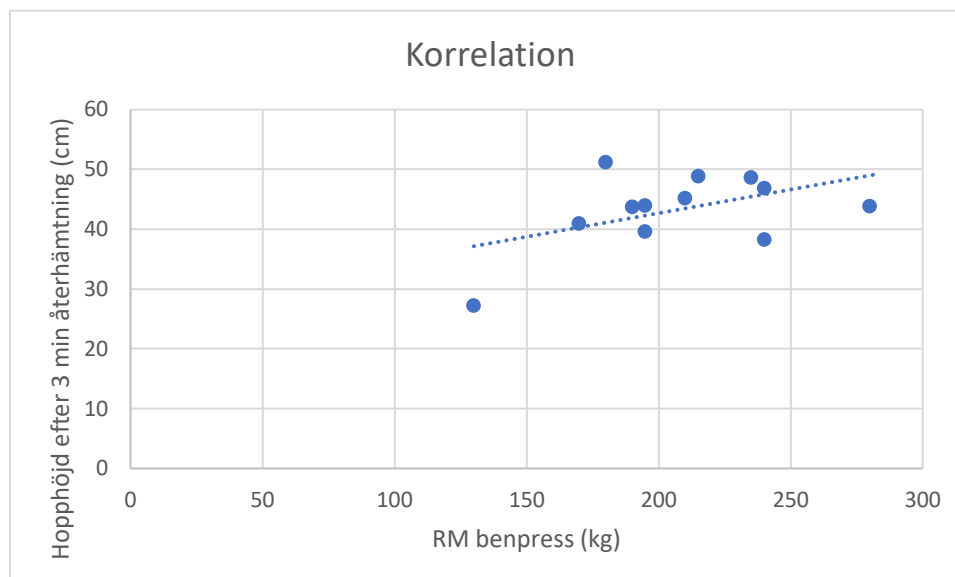
Resultatet visar att det finns ett visst samband ( $r = 0,47$ ).



**Diagram 5.** Korrelation mellan benstyrka och hopp höjd vid akut muskulär trötthet ( $r = 0,47$ ,  $n = 12$ ).

#### 4.6 Ses någon korrelation mellan ben-styrka och hopp höjd efter en 3 minuters återhämtningsperiod efter muskulär trötthet?

Relationen mellan benstyrka och hopp höjd efter en 3 minuters återhämtningsperiod efter muskulär trötthet visas i diagram 6. Resultatet visar att det finns ett visst samband ( $r = 0,49$ ).



**Diagram 6.** Korrelation mellan benstyrka och hopp höjd efter en 3 minuters återhämtningsperiod efter muskulär trötthet ( $r = 0,49$ ,  $n = 12$ ).

## 5 Diskussion

Denna studie visade att fotbollsspelarnas explosiva förmåga påverkades av muskulär trötthet. En skillnad på 17 % i hopp höjd gick att se mellan hopp som sker i direkt anslutning till muskulär trötthet och ett hopp som sker med 3 minuters återhämtning.

Den explosiva förmågan försämras något vid upprepade hopp, men verkar återhämta sig relativt snabbt vid akut muskulär trötthet.

Det fanns ett visst samband mellan benstyrka och hopp höjd i direkt anslutning till muskulär trötthet och mellan benstyrka och hopp höjd efter 3 minuters återhämtningsperiod efter muskulär trötthet.

### 5.1 Metoddiskussion

Spelarna som deltog i studien kom från två olika klubbar med koppling till studieförfattaren. De som tillfrågades var alla herrspelarare för att undvika resultat som kan bero på könsspecifika skillnader. Ålder, spelarerfarenhet och nivå på spelarna skiljde sig. Deras tidigare erfarenheter av träning i gymmiljö och att bli tungt muskulärt belastade genom styrketräning varierade. Benpress är en övning som inte ställer särskilt höga krav på det tekniska utförandet, därav valdes denna övning till studien. CMJ ställer ganska höga krav på teknik men är inte svårare att utföra än squat jump som annars vanligtvis också används i studier (19). CMJ liknar mer hoppörelserna som fotbollsspelarna utför på planen vilket gjorde att denna övningen valdes till studien. Det gick att se vissa skillnader i utförande och vissa hade svårare att utföra hoppen enligt instruktion trots träning och invänjning av rörelsen. Detta kan ha en viss påverkan på resultatet i hopp höjd.

Utförandet i benpress kontrollerades och godkändes visuellt av testledaren vilket gör att en viss variation i djup mellan repetitionerna och mellan spelarna kan ha förekommit. Detta kan ha haft en viss påverkan på det antal repetitioner som spelarna kunde utföra innan de nådde failure.

Tiden det tog för spelarna att förflytta sig från benpressmaskinen till mätområdet där hoppen utfördes varierade något mellan spelarna. Förflyttningen innebär en kort vila. Variationen av den korta vilan som blev i förflyttningen mellan benpress och hopp kan ha påverkat hopp höjden i hoppen som skedde i direkt anslutning till muskulär trötthet.

Den 3 minuter långa återhämtningsperioden i test 2 skedde stillastående. För att efterlikna en mer fotbollsslik-situation bör denna vilan skett i någon rörelse som inneburit en lågintensiv ansträngning (3).

Testerna utfördes med minst 2 dagars vila från hårt belastande träning eller match för att spelarna skulle vara utvilade från fotbollen. Ingen av spelarna hade fotboll som huvudsaklig sysselsättning.

Vid hopp testerna var tanken var att spelarna skulle utföra benpress med en vikt motsvarande 70 % av 1 RM. Antal repetitioner spelarna utförde varierade från 10 till 27 repetitioner (se diagram 2). Vid testerna av deras 1 RM i benpress hade de minst 4 minuters vila mellan varje försök, men vilan varierade något mellan spelarna. Vissa spelare hann möjligtvis inte återhämta sig riktigt mellan försöken i 1 RM, vilket kan förklara variationen i antal repetitioner under hopp testerna. Vissa spelare fick dessutom göra fler försök innan de nådde sitt 1 RM och för varje försök byggs en viss trötthet upp som kan komma påverka kommande försök (17). Det går inte heller att utesluta både yttre och inre faktorer och skillnader i dessa som kan påverka både den subjektiva och objektiva tröttheten mellan testet i 1 RM och hopp testerna.

Studiens validitet anses vara hög då samtliga test i studien är vanligt förekommande och accepterade inom fotboll och styrketräning för mätning av muskelstyrka.

## **5.2 Resultatdiskussion**

### **5.2.1 Hur ser den explosiva prestationen ut, mätt som hopphöjd, i direkt anslutning till akut muskulär trötthet respektive efter en 3 minuters återhämningsperiod i anslutning till akut muskulär trötthet?**

Den explosiva prestationen varierade mellan spelarna och mellan hoppen som skedde i direkt anslutning till muskulär trötthet och hoppen som skedde med 3 minuters återhämningsperiod. Samtliga spelare hoppade högre efter 3 minuters återhämningsperiod.

Variationen i explosiv förmåga mellan spelarna var ganska stor och kan bero på faktorer som erfarenhet och teknik i utförande (19). Faktorer som genetik och sammansättning av muskelfibertyper kan också ha en viss påverkan (20).

Tidigare studier ha visat att spelare på en högre nivå har en bättre förmåga att utnyttja det anaeroba systemet (1, 4). Nivån på spelarna varierade i denna studien och sett till hopphöjden presterade division 4-spelarna något sämre än division 2-spelarna i hoppen både i direkt anslutning till muskulär trötthet och vid hoppen efter 3 minuters återhämningsperiod (se diagram 1 och tabell 3).

Spridningen i resultat mellan spelarna var större vid hoppen efter 3 minuters återhämningsperiod efter muskulär trötthet än efter hoppen i direkt anslutning. Detta kan bero på att det blir svårare att rent tekniskt prestera i CMJ då man är muskulärt uttröttad. De spelarna som hade det lite svårare, rent tekniskt, att prestera i CMJ skulle därför rent logiskt få det ännu svårare att prestera i samband med muskulär trötthet. De spelarna som var mer säkra i det tekniska utförandet av CMJ påverkades då möjligtvis inte av tröttheten i samma utsträckning.

### **5.2.2 Ses någon skillnad i prestation, mätt som hopphöjd, mellan hopp i direkt anslutning till muskulär trötthet och efter en 3 minuters återhämningsperiod efter muskulär trötthet?**

Spelarna hoppade i snitt 17,5 % lägre i hoppet i direkt anslutning till muskulär trötthet i jämförelse med efter en 3 minuters återhämningsperiod. Variationen var dock ganska så stor mellan spelarna där den minsta förändringen var på 6,5 % och den största 20,1%.

Att spelarna hoppade högre i hoppet efter en 3 minuters återhämningsperiod var väntat. Under återhämningsperioden hinner förråden av ATP och lagrat kreatinfosfat återhämta sig till sina ursprungsnivåer efter benpressen, vilket gör att hoppen till största del kommer drivas av energi från dessa kraftfulla men inte så uthålliga system (10, 11). Nedbrytningen av glykogen och bildandet av laktat kommer inte vara lika stor och påverka prestationen i hoppet på samma sätt som det gör på hoppen i direkt anslutning till muskulär trötthet.

### **5.2.3 Ger 30 minuters vila mellan set tillräcklig tid för återhämtning av ben-styrka, så att 70 % av 1 RM kan utföras med samma antal repetitioner?**

10 av 12 spelare kunde utföra fler benpress i deras första set än det andra vilket tyder på att vilan mellan seten inte var tillräcklig för majoriteten av spelarna.

Under 30 minuter bör energisystemen som bedriver arbetet under benpressarna ha hunnit återhämta sig till sådana nivåer att liknande antal repetitioner i benpress ska kunna bedrivas i set 2 (12, 13). Det som kan påverka återhämtningen något är det höga antalet repetitioner som

vissa spelare utförde innan de nådde failure. De som utförde över 20 repetitioner istället för runt 10 repetitioner fick en större mekanisk anspänning under en längre tid vilket innebär en större metabolisk stress. Det gick dock inte att se något samband med en större skillnad i antal repetitioner mellan seten och fler utförda repetitioner i set 1.

Mentala faktorer kan också ha haft en viss påverkan på variationen mellan antal repetitioner i set 1 och set 2. Det är slitsamt att ta ut sig till failure och att motivera sig själv till att återupprepa ett set till failure inom en relativt kort period kan vara svårt. Det är inte riktigt samma typ av muskulära trötthet som spelarna upplever i en benpress-maskin som på fotbollsplanen, vilket gör att det kräver en viss erfarenhet av styrketräning att kunna ta ut sig till failure och därefter återupprepa det. Det krävs även en viss motivation som samtliga spelare kanske inte hade vid utförande.

#### **5.2.4 Ses någon skillnad i prestation, mätt som hopp höjd, mellan tre på varandra följande hopp efter akut muskulär trötthet samt efter 3 minuters återhämningsperiod?**

Det gick att se en viss skillnad mellan de tre på varandra följande hoppen efter akut muskulär trötthet och efter 3 minuters återhämningsperiod. Störst skillnad var det mellan hoppen som skedde i direkt anslutning till muskulär trötthet.

I hoppen som sker efter återhämningsperioden bör muskelarbetet vid hoppen till största del bedrivs av energi från lagrat ATP och från nedbrytningen av kreatinfosfat. Detta lager bör inte räcka för full kraftutveckling i alla tre hoppen vilket kan förklara att det var i första hoppet som spelade hoppade högst i (10, 11). Skillnaden mellan hoppen var däremot bara 0,5 cm mellan hopp 1 som var generellt var det bästa, och hopp 2 som generellt var det sämsta (se diagram 4.)

I hoppen som utfördes i direkt anslutning till muskulär trötthet bör förråden av ATP och kreatinfosfat vara uttömda i flertalet av muskelfibrerna i benen efter benpressen. Detta gör att energin till hoppen till största del bör komma från nedbrytningen av muskeltglykogen (10, 11). Nedbrytningen av muskeltglykogen genererar laktat, men de få sekunders vila som blev mellan hoppen kan möjligtvis göra att spelarna hinner uppleva en reduktion av laktat som gör att de kan prestera bättre i de senare hoppen. Vilan mellan hoppen var ungefär 2-3 sekunder, eftersom att det var den tiden det tog att återställa mätinstrumentet och anteckna höjden på hoppet. Det är en relativt kort tid och inte en tillräcklig tid för att fylla energiförråden som bedriver muskelarbetet vid hoppen. Däremot skulle tiden kunna vara tillräcklig för att påbörja återhämtningen av energiförråden samt av andra biokemiska funktioner som påverkar prestationen i hoppet (10, 11). Detta kan vara förklaringen till att spelarna hoppade högre för varje hopp i direkt anslutning till muskulär trötthet.

#### **5.2.5 Ses någon korrelation mellan benstyrka och hopp höjd vid akut muskulär trötthet?**

Det finns en viss korrelation mellan benstyrka och hopp höjd vid akut muskulär trötthet ( $p=0,47$ ), se diagram 5. Detta tyder på att benstyrka har en betydelse för prestation sett till förmågan att hoppa vid akut muskulär trötthet (21, 22).

#### **5.2.6 Ses någon korrelation mellan benstyrka och hopp höjd efter en 3 minuters återhämningsperiod efter muskulär trötthet?**

Det finns en viss korrelation mellan benstyrka och hopp höjd efter en 3 minuters återhämningsperiod efter muskulär trötthet ( $p=0,49$ ), se diagram 6. Detta tyder på att benstyrka har en betydelse för prestation sett till förmågan att hoppa efter en kort återhämningsperiod efter muskulär trötthet.

Jämför man korrelationen mellan benstyrka och hopphöjd vid akut muskulär trötthet med korrelationen mellan benstyrka och hopphöjd efter en 3 minuters återhämningsperiod efter muskulär trötthet, så går det inte att se några stora skillnader. Detta tyder på att benstyrkan har en viss betydelse för explosiv förmåga oberoende på hur pass muskulärt uttröttad spelaren är.

### **5.3 Konklusion**

Utifrån resultatet i denna studien kan man anta att återhämningsperioderna som blir mellan de högintensiva aktionerna i en match är av stor betydelse för att kunna upprätthålla en hög prestationsförmåga. Likaså är därmed förmågan till snabb återhämtning efter muskulär trötthet av stor vikt för att kunna prestera. En spelare som det tar längre tid för att utveckla en muskulär trötthet kommer med största sannolikhet att kunna prestera bättre i explosiva moment på fotbollsplanen.

Det är inte bara fysiska förmågor som påverkar prestationen och trots att testerna i denna studien utförts med syfte att efterlikna vissa av de krav som ställs på fotbollsspelarna under match, går det aldrig att helt översätta dessa resultat till verkligheten.

Det vi vet är att muskulär trötthet påverkar en spelares prestationsförmåga. Tröttheten som uppenbarar sig, dels efter korta intensiva perioder under match, och dels vid tester likt dessa, är komplexa och mångfaktoriella vilket gör det svårt att utföra studier på trötthet och prestation.

Denna studie redovisar resultatet med enbart deskriptiv statistik. För att kunna generalisera resultatet till en större population krävs statistiska analyser med hypotesprövning.

### **5.4 Framtida forskning**

Denna studie undersöker muskulär trötthet och påverkan på explosiv förmåga. Resultatet visar att den muskulära tröttheten har en stor påverkan på explosiv förmåga men studien undersöker inte om den explosiva förmågan i samband med muskulär trötthet går att träna upp, vilket skulle vara något för framtida forskning. Framtida forskning hade även kunnat undersöka om andra viktiga förmågor för en fotbollsspelare går att träna upp i samband med akut muskulär trötthet. Detta skulle kunna vara förmågan att sprinta och riktningförändra.

Mycket studier har utförts på fotbollsspelare gällande explosiv förmåga, återhämtning, samt korrelation mellan styrka och hopphöjd. Ytterligare studier krävs dock, då orsakssambanden mellan prestation och trötthet är många och komplexa. Korrelationen mellan styrka och hopphöjd bör också kompletteras med ytterligare studier. Detta för att stärka resultaten och för att eventuellt undersöka ytterligare fotbollsspecifika korrelationer. Ytterligare framtida studier bör även med fördel behandla större och mer homogena testgrupper där testpersoner även utövar fotboll på elitnivå.

### **5.5 Klinisk relevans**

I fotbollslag är fysioterapeuter en vanligt förekommande yrkesroll. Fysioterapeuterna arbetar både preventivt och rehabiliterande, i syfte att få spelarna förberedda för de höga fysiska krav som fotbollen ställer. För att kunna göra detta krävs kunskap och förståelse för vilka faktorer som påverkar en spelares prestation på planen och om/hur dessa förmågor går att förbättra. Det finns idag en del studier på fotbollsspelare, muskulär trötthet och prestation, men då mekanismerna bakom den upplevda tröttheten är komplexa och mångfaktoriella krävs fler studier. Detta för att kunna understödja befintliga studier samt täppa till de kunskapsluckor som finns. Allt för att få fotbollsspelarna att kunna prestera på sin maximala nivå på planen.

## Referenser

1. Erith. S. *Fitness assessment and recovery strategies for soccer*. Loughborough University Institutional Repository. 2007 Apr.
2. Bendiksen M, Bischoff R, Randers MB, Mohr M, Rollo I, Suetta C, Bangsbo J, Krstrup P. *The Copenhagen Soccer Test: physiological response and fatigue development*. Med Sci Sports Exerc. 2012 Aug; 44(8):1595-603.
3. Bangsbo J, Mohr M, Krstrup P. *Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player*. J Sports Sci. 2006 Jul;24(7):665-74. Review.
4. Reilly T, Drust B, Clarke N. *Muscle fatigue during football match-play*. Sports Med. 2008;38(5):357-67. Review.
5. Rampinini E, Impellizzeri FM, Castagna C, Azzalin A, Ferrari Bravo D, Wisløff U. *Effect of match-related fatigue on short-passing ability in young soccer players*. Med Sci Sports Exerc. 2008 May;40(5):934-42.
6. Hooper D.R. *Bodyweight Squat Movement Changes after a High Intensity Short-Rest Workout*. Jacksonville University. 2011 Sep.
7. Chappell JD, et al. *Effect of fatigue on knee kinetics and kinematics in stop jump tasks*. Am J Sports Med. 2005 Jul;33(7):1022-9.
8. Liederbach M, et al. *Comparison of landing biomechanics between male and female dancers and athletes, part 2: Influence of fatigue and implications for anterior cruciate ligament injury*. Am J Sports Med. 2014 May;42(5): 1089-95.
9. Dennison KJ, et al. *The effect of fatigue and training status on firefighter performance*. J Strength Cond Res. 2012 Apr; 26(4):1101-9.
10. McMahon S, Jenkins D. *Factors affecting the rate of phosphocreatine resynthesis following intense exercise*. Sports Med. 2002;32(12):761-84. Review
11. Sahlin K, Harris RC, Hultman E. *Resynthesis of creatine phosphate in human muscle after exercise in relation to intramuscular pH and availability of oxygen*. Scand J Clin Lab Invest. 1979 Oct;39(6):551-8
12. Silva JR, Rumpf MC, Hertzog M, Castagna C, Farooq A, Girard O, Hader K. *Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and Meta-analysis*. Sports Med. 2018 Mar;48(3):539-583
13. Haff, G. Nimphius, S. *Training principles for power*. National Strength and Conditioning Association. 2012 Dec; 34(6).
14. Rossi FE, Schoenfeld BJ, Ocetnik S, Young J, Vigotsky A, Contreras B, Krieger JW, Miller MG, Cholewa J. *Strength, body composition, and functional outcomes in the squat versus leg press exercises*. J Sports Med Phys Fitness. 2018 Mar;58(3):263-270.

15. Seo, Dong-II et al. “*Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender*” *Journal of sports science & medicine* vol. 11,2 221-5. 1 Jun. 2012
16. Haddad, Monoem et al. “*Session-RPE Method for Training Load Monitoring: Validity, Ecological Usefulness, and Influencing Factors*” *Frontiers in neuroscience* vol. 11 612. 2 Nov. 2017
17. de Salles BF, Simão R, Miranda F, Novaes Jda S, Lemos A, Willardson JM. *Rest interval between sets in strength training*. *Sports Med.* 2009;39(9):765-77.
18. Stamford BA, Rowland R, Moffatt RJ. *Effects of severe prior exercise on assessment of maximal oxygen uptake*. *J Appl Physiol* 44:559-563, 1978.
19. Van Hooren B, Zolotarjova J. *The Difference Between Countermovement and Squat Jump Performances: A Review of Underlying Mechanisms With Practical Applications*. *J Strength Cond Res.* 2017 Jul;31(7):2011-2020.
- 20 . Guth LM, Roth SM. *Genetic influence on athletic performance*. *Curr Opin Pediatr.* 2013 Dec;25(6):653-8.
21. Wisløff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. *Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players*. *Br J Sports Med.* 2004 Jun;38(3):285-8.
22. Hoffman JR, Ratamess NA, Faigenbaum AD, Mangine GT, Kang J. *Effects of maximal squat exercise testing on vertical jump performance in american college football players*. *J Sports Sci Med.* 2007 Mar 1;6(1):149-50.



## Bilaga 1



**LUNDS UNIVERSITET**  
Medicinska fakulteten

2019-12-07

### INFORMATION TILL STUDIEDELTAGARE

Institutionen för hälsvetenskaper

#### **Påverkar muskulär trötthet kraftutveckling & explosiv förmåga hos semi-professionella fotbollsspelare .**

Du tillfrågas om deltagande i ovanstående studie.

Fotboll innebär ett intermittent arbete där intensiteten drastiskt kan förändras under en match. Detta har en direkt påverkan på en spelares fysiska kravprofil då en spelares fysiska svar vid aktioner kommer att påverkas av de aktioner som nyligen utförts. I tidigare studier har man kunnat se att kapaciteten för musklerna att utveckla kraft kommer att minska i slutet av matchen och att den trötthet som utvecklas under match, och efter korta ansträngningar, har en direkt påverkan på rörelsemönster, prestationsförmåga och skaderisk. Syftet med denna studien är studera hur explosiv förmåga påverkas av muskulär trötthet samt att studera samband mellan benstyrka och hopphöjd i direkt anslutning till muskulär trötthet och efter en kort återhämningsperiod efter muskulär trötthet..

Deltagandet innebär att du, som spelare i Asarums IF/FKs herrlag div 2/Högadals IS herrlag div 4, vid två olika tillfällen kommer att få utföra tester i benstyrka och hopphöjd. Första testtillfället kommer du att få utföra benpress i maskin, med syfte att testa fram den vikt som du enbart klarar av att utföra en repetition på, tidsåtgång cirka 30 min. Du kommer att få skatta din upplevda ansträngning med hjälp av en skala graderad från 6-20, där 20 symboliserar maximal ansträngning

Vid andra testtillfället kommer du i 2 olika set att få utföra benpress till maximalt upplevd trötthet, följt av vertikala hopp, tidsåtgång cirka 60 min. Höjden på hoppen kommer att bli uppmätta med fotoceller.

Studiedeltagande innebär att du kommer behöva prestera till total uttröttning i benpress vilket kommer medföra obehag.

Deltagandet är helt frivilligt och Du kan avbryta när som helst under testerna. Resultaten från testerna kommer att behandlas konfidentiellt, d.v.s. så att inte någon obehörig får tillgång till dem.

Om Du vill delta ber jag Dig underteckna samtyckesblanketten och lämna tillbaka den i bifogat svarskuvert till mig senast torsdagen den 7/10.

Allt insamlat material från studien kommer enbart att behandlas av mig som ansvarig till studien. Resultatet kommer redovisas på gruppnivå. Individuella resultat kommer enbart att lämnas ut till berörd deltagare.

Studien ingår som ett examensarbete i Fysioterapeutprogrammet.



2019-12-07

**LUNDS UNIVERSITET**  
Medicinska fakulteten

Institutionen för hälsovetenskaper

Om Du har några frågor eller vill veta mer, kontakta gärna mig eller min handledare.

Med vänlig hälsning

*Amanda Nilsson*  
*Fysioterapeutprogrammet*  
*Lunds universitet*  
*har15ani@student.lu.se*  
*0738 -220 460*

**Handledare**  
*Anita Wisen*  
*Docent*  
*Health Science Center, Lunds*  
*universitet*  
*Box 157*  
*22100 Lund*  
*046 222 1228*  
*mob. 076 5801 514*  
*anita.wisen@med.lu.se*

## Bilaga 2

### Borgs skala



- 20 maximal ansträngning
- 19 extremt ansträngande
- 18
- 17 mycket ansträngande
- 16
- 15 ansträngande
- 14
- 13 något ansträngande
- 12
- 11 lätt
- 10
- 9 mycket lätt
- 8 extremt lätt
- 7
- 6 ingen ansträngning alls