



Effekterna av praktisk ocklusionsträning periodiserat med ett traditionellt styrketräningsprogram på anaerob prestation

Olle Hallkvist & Kristoffer Hedlund

Examensarbete för kandidatexamen
i idrottsmedicin, 15 hp
Våren 2015

Handledare:

Apostolos Theos PhD
Robert Nilsson
Idrottsmedicinska enheten
Institutionen för Samhällsmedicin
Och Rehabilitering

Examinator:

Kajsa Gilenstam Med Dr
Idrottsmedicinska enheten
Institutionen för Samhällsmedicin
Och Rehabilitering

Innehåll

Abstract.....	1
1. Inledning	2
2. Metod.....	4
2.1 Experimentellt tillvägagångssätt	4
2.2. Studiedeltagare.....	4
2.3 Testprocedur	4
2.4 Wingate	5
2.5 Laktatmätningar	5
2.6 Träningsprotokoll.....	5
2.7 Ocklusion	5
2.8 Övrig träning och kost.....	6
2.9 Statistisk analys.....	6
3. Resultat	6
4. Diskussion.....	7
5. Sammanfattning.....	10
6. Referenser	11
7. Bilagor	15
7.1 Bilaga 1	15
7.2 Bilaga 2	16
7.3 Bilaga 3	17

Abstract

Background: Practical blood flow restriction (pBFR) combined with resistance training has been proven to facilitate muscle strength despite training at low intensity. However, research investigating the effects of long-term pBFR-training and its periodization with strength training (ST) at a higher intensity is lacking, as well as the effects of occlusion training on blood lactate levels (BLL) over time.

Purpose: To compare the effects of 2 weeks of pBFR training followed by 2 weeks of ST (BFR-ST) with 2 weeks of ST followed by 2 weeks of pBFR training (ST-BFR) on anaerobic performance and BLL.

Method: 5 adults (age 23 ± 2 years) with a minimum of 1 year of ST experience were recruited and randomized into BFR-ST (n=2) or ST-BFR (n=3). Anaerobic performance was measured using a 30-s Wingate-test and BLL samples were collected <1 and 5 minutes post-Wingate. Data and samples were collected before the intervention and after the 2 protocols.

Results: No differences were seen between groups in anaerobic output or BLL after 4 weeks of training ($p > 0,1$ for all values). A decrease in time to peak power (tPP) were seen in both groups with an advantage for BFR-ST (-37 ± 8 %) over ST-BFR (-27 ± 22 %). BLL decreased after 2 weeks of pBFR (-14 ± 26 % at <1 min and -7 ± 14 % at 5 min) and increased after 2 weeks of ST ($+26 \pm 45$ % at <1 min and $+8 \pm 20$ % at 5 min).

Conclusion: The results of this study suggests that occlusion training in conjunction with resistance training can reduce tPP, that BFR-ST has greater impact on this quality compared to ST-BFR and that pBFR-training seems to lower post-Wingate BLL. Thus pBFR-training combined with ST could be an interesting alternative to a traditional periodized resistance training program.

Key words: occlusion, strength training, lactate, anaerobic capacity, periodization

1. Inledning

Det är välkänt att styrketräning utnyttjar kroppens anaeroba system (fritt ATP, kreatinfosfatsystemet och glykolysen) och att dessa system har en stor möjlighet att förbättras (Bergh, 2013; Costill, Coyle, Fink, Lesmes, & Witzman, 1979; Guyton & Hall, 2011; Thomeé, Augustsson, Wernbom, Augustsson & Karlsson, 2008). Att kunna vidareutveckla denna kapacitet är intressant för tränare och idrottare då snabb effektutveckling (power) är en central del i de flesta sporter (Stone, Moir, Glaister, & Sanders, 2002) där styrketräning är ett vanligt tillvägagångssätt för att öka sin förmåga att utveckla power (Kawamori & Haff, 2004; Moss, Refsnes, Abildgaard, Nicolaysen, & Jensen, 1997; Thomeé et al., 2008). Styrketräning över 70 % av 1 repetition maximum (1RM) rekommenderas (U.S. Department of Health and Human Services, 2009; Ratamess et al., 2009) för att skapa power, styrka och muskeltillväxt, vilket även vanligtvis benämns som tung eller traditionell styrketräning (Henriksson & Sundberg, 2015; Kraemer & Ratamess, 2004; McDonagh & Davies, 1984). Träning med hög intensitet kan dock slita på kroppen och ge en ökad skaderisk samt en ökad risk för överträning (Fry & Kraemer, 1997; Fry et al., 2006; Kraemer & Ratamess, 2004; Thomeé et al., 2008), vilket skulle kunna förebyggas med hjälp av ocklusionsträning, även känt som träning med restriktivt blodflöde (BFR) (Wilson, Lowery, Joy, Loenneke, & Naimo, 2013).

Ocklusionsträning utförs vanligtvis med trycksatta manschetter som fästs proximalt på extremiteterna för att åstadkomma ett strypt venöst återflöde i armar eller ben samtidigt som det arteriella blodflödet upprätthålls (Takarada, Sato, & Ishii, 2002; Tanimoto, Madarame, & Ishii, 2005). BFR-träning kan på en betydligt lägre vikt, så lite som 30 % av 1RM, ge likvärdiga förbättringar i styrka, muskeltillväxt och muskeluthållighet som traditionell styrketräning (Lowery et al., 2014; Suga et al., 2012; Takarada et al., 2000). Reducerad vikt vid ocklusionsträning (Pope, Willardson, & Schoenfeld, 2013) gör att leder och ligament inte belastas lika mycket som vid tung styrketräning. Den lägre belastningen gör det möjligt att fortsätta med styrketräning vid rehabilitering efter (Takarada et al., 2014; Tanimoto et al., 2005) då BFR-träning har visat sig vara en säker metod när den används på individer utan komplikationer från hjärt- och kärlsjukdomar (Clark et al., 2011; Nakajima et al., 2006). På senare tid har ocklusionsträning med elastiska band studerats, även känt som praktisk ocklusionsträning (pBFR), som ett alternativ till de trycksatta manschetterna då banden är billigare och lättare att applicera (Loenneke, Kearney, Thrower, Collins, & Pujol, 2010; Lowery et al., 2014; Luebbbers, Fry, Kriley, & Butler, 2014). För att åstadkomma ocklusion likvärdig den som används med de trycksatta manschetterna har Loenneke et al. (2010) använt en subjektiv skala för att spänna åt banden korrekt.

Forskningen tyder på att cellsvällning, större metabol stress samt en ökad muskelfiberrekrytering står för de främsta effekterna av BFR-träning (Pope et al., 2013; Suga et al., 2012). Den ökade metabola stressen och cellsvällningen ligger troligtvis bakom träningsformens effekt på muskeluppbyggnad och muskeluthållighet samt att syrebristen som uppstår möjliggör en ökad motorenhetsrekrytering (Loenneke, Fahs, Rossow, Abe, & Bembem, 2012; Takarada et al., 2000; Tanimoto et al., 2005). Det är först senare forskning som gjort att cellsvällning uppkommit som en teori, detta på grund av att de andra 2 faktorerna inte kunde förklara hypertrofi

vid avsaknad av metabol stress (Loenneke, Thrower, Balapur, Barnes, & Pujol, 2012). Ansamlingen av blod under träningen och återfyllnaden av cellen när banden tas av gör att cellen sväller (Loenneke et al., 2012). Detta reglerar i sin tur proteinsyntesen där cellsvällningen nedreglerar proteinkatabolismen samtidigt som den uppregerar signalvägarna för muskeluppbyggnad (Loenneke et al., 2012). Koncentrationen av metaboliter bidrar också till cellsvällning där en komponent i den ökade metabola stressen vid träning är ansamlingen av vätejoner via bildningen av laktat i glykolysen. Detta gör laktat till ett indirekt mått på graden av metabol belastning i musklerna (Robergs, Ghiasvand, & Parker, 2004).

Tidigare studier (MacRae, Noakes, & Dennis, 1995; Rennie & Johnson, 1974) har visat att vältränade individer, främst uthållighetstränade, får en lägre ansamling av laktat vid muskelarbete. Effekten av träningen tros bero på en förbättrad förmåga hos kroppen att ta hand om producerat laktat (Donovan & Brooks, 1983). BFR-träning får liknande laktatkurvor som traditionell styrketräning efter avslutad aktivitet men däremot har ocklusionsträningens inverkan på laktatnivåerna hittills endast studerats vid enskilda träningstillfällen (Reeves et al., 2006; Wilson et al., 2013). I och med att BFR-träning kan ses som uthållighetsinriktad styrketräning på grund av det höga repetitionsantalet (Kraemer & Ratamess, 2004) så kvarstår frågan om hur kroppens förmåga att producera och ta hand om laktat förändras efter en längre period med BFR-träning.

De neuronala effekterna som studerats under ocklusionsträning innefattar främst de akuta effekterna av restriktionen, där ökad rekrytering av muskelfibrer och en högre fyrningsfrekvens tidigare undersökts (Moritani, Sherman, Shibata, Matsumoto, & Shinohara, 1992; Suga et al., 2012). Det som ännu är oklart är de långvariga neuronala adaptationerna av syrebristen, och hur det påverkar kraftutvecklingen i muskeln. Detta är relevant då ocklusionsträning har visats sänka mängden fritt ATP (Burgomaster et al., 2003) och att de positiva effekterna på bendensiteten som ses vid traditionell styrketräning (Layne & Nelson, 1999) dessutom saknas vid ocklusionsträning. Frågan som då uppkommer är om de positiva neuronala effekterna finns kvar efter att de negativa effekterna på fritt ATP försvunnit.

För att uppnå bästa prestation vid tävlingar och matcher måste tränare kunna periodisera sina adepters träning optimalt under ett helt år (Kawamori & Haff, 2004; Naclerio, Moody, & Chapman, 2013; Verkhohansky, 1998). Det som studerats är vid vilken tid i ett träningsprogram en specifik träningsintensitet ska användas, för att få bästa prestation vid match/tävling. Detta gör att periodisering av BFR-träning är särskilt intressant då tidigare studier har kommit fram till att ocklusion i kombination med traditionell styrketräning ger det bästa resultatet för styrkeutveckling (Luebbbers et al., 2014; Yasuda et al., 2011). Till vår vetskap finns inga studier som undersöker hur ocklusionsträning i kombination med tung styrketräning påverkar de anaeroba energisystemen under en längre tidsperiod, samt hur de olika träningsregimerna ska kombineras för bäst överförbarhet till idrott. Mer forskning från ett periodiseringsperspektiv är då intressant, framför allt huruvida ett program med ocklusionsträning följt av styrketräning är att föredra framför ett program med styrketräning följt av ocklusionsträning.

Syftet med denna studie var att undersöka hur ordningen av utförande av ocklusionsträning i kombination med traditionell styrketräning skiljer sig åt i effekter på anaerob prestation och laktatnivåer efter arbete. Hypotesen var att genomförandet av ocklusionsträning före styrketräning skulle ge en bättre utveckling av den anaeroba förmågan gentemot styrketräning före ocklusionsträning och att laktatnivåerna förväntades vara lägre direkt efter perioden med pBFR-träning.

2. Metod

2.1 Experimentellt tillvägagångssätt

Studien bestod av ett 4 veckor långt träningsprogram där deltagarna genom lottdragning randomiserades in i 2 olika grupper. Den första gruppen tränade med praktisk ocklusion på benen de första 2 veckorna och utförde därefter traditionell styrketräning de sista 2 veckorna (BFR-ST) (n=2). Den andra gruppen började med traditionell styrketräning de första 2 veckorna och utförde därefter träning med praktisk ocklusion på benen de sista 2 veckorna (ST-BFR)(n=3). Träningsupplägget innehöll 2 underkroppspass och 1 överkroppspass i veckan, och träningsvolymen var likvärdig för både BFR- och ST-perioden. Deltagarnas anaeroba kapacitet och laktatomsättning mättes innan träningsperioden, efter vecka 2 och efter vecka 4.

2.2. Studiedeltagare

Till studien rekryterades 8 unga vuxna. På grund av sjukdom och icke-studie relaterad skada uteslöts 3 deltagare. Data från 5 studiedeltagare användes i resultaten, varav 3 kvinnor (ålder 23 ± 3 år, vikt $68,3 \pm 15,5$ kg, längd $169,2 \pm 3,3$ cm) och 2 män (ålder 25 ± 1 år, vikt $77,0 \pm 0,0$ kg, längd $176,0 \pm 5,6$ cm). Kraven för att delta i studien var minst ett års tidigare erfarenhet av styrketräning och att vara fullt frisk. I samband med att skriftligt medgivande inhämtades informerades alla deltagare om studiens upplägg, praktiska detaljer, möjliga risker som förknippades med experimentet, såväl som rättigheten att avsluta deltagande om de så önskar. Deltagarna och deras personliga uppgifter behandlades i enlighet med Helsingforsdeklarationen.

2.3 Testprocedur

Innan träningsprogrammet påbörjades så fastställdes deltagarnas fysiska status genom mätning av blodtryck och Hb-värde. En standardiserad uppvärmning genomfördes genom step-up på låda (40 cm) i 3 minuter och på cykel (95 W, 65-70 rpm) i 4 minuter. Deltagarnas anaeroba kapacitet mättes i ett Wingate-test och laktatvärden togs vid två tillfällen efter genomfört test. Samma testprocedur användes i slutet av de första 2 veckorna och efter det andra träningsprotokollet genomförts. Mellan senaste träningspasset och testtillfällena vilade deltagarna i två dagar.

För att bestämma de vikter deltagarna skulle använda i träningsupplägget användes submaximala tester i de övningar som sedan utgjorde träningen. För att göra sig familjär med övningen inför varje test genomförde

deltagarna en specifik uppvärmning, därefter höjdes vikten successivt tills deltagaren inte kunde uppnå 10 repetitioner. Vikten och antal repetitioner noterades och lades in i Brzyckis (1995) formel för förutsägande av 1RM varefter 70, 50 och 30 % 1RM räknades ut (för ett mer utförligt testupplägg, se Bilaga 1 och 2).

2.4 Wingate

Den anaeroba prestationen mättes med ett 30 sekunder långt Wingate-test (Bellardini, Henriksson, & Tonkonogi, 2009) på en Monark-cykel (Model 894e, Vansbro, Sverige). Motståndet ställdes in till en belastning motsvarande 7,5 % av deltagarens vikt (kg) (Matthew Laurent, Meyers, Robinson, & Matt Green, 2007). Sadelhöjden ställdes in utifrån deltagarnas preferens och deras fötter späades fast i pedalerna. Testpersonen började därefter trampa i maximal hastighet under stark verbal uppmuntran. Vikten applicerades när trampfrekvensen uppnått 30 rpm. Datan samlades in med Monark anaerobic test software 3,3.

2.5 Laktatmätningar

Laktatnivåerna mättes med Lactate Scout+ (SensLab GmbH, Tyskland) direkt (<1 minut), samt 5 minuter efter avslutat Wingate-test. Rengöring med alkohollösning föregick punktering med lansett och den första bloddroppen torkades bort innan mätstickan fylldes för analys. Samma punktering användes vid mätningen efter 5 minuters vila.

2.6 Träningsprotokoll

Både BFR-ST och ST-BFR tränade parallellt tre pass i veckan under handledning i två veckor varefter deltagarna bytte träningsprotokoll. De tre passen var ett överkroppspass och två olika benpass, där varje träningspass inleddes med en standardiserad uppvärmning. Ocklusionsträningen genomfördes med samma träningsupplägg som traditionella styrketräningen men med BFR på benen, förändrad vikt och antal repetitioner i vissa benövningar (för ett mer detaljerat träningsupplägg, se Bilaga 1 och 3).

2.7 Ocklusion

Begränsat blodflöde bland deltagare som genomgick ocklusionsträning åstadkoms via elastiska knälindor (Titan Support Systems inc, Corpus Christi, TX, USA). Lindornas mått var 7,6 X 200 cm. Lindorna späades åt kring den proximala änden av de lägre extremiteterna, längst upp på låret, nära ljumskvecket. För att uppnå adekvat ocklusion späades lindorna åt till ett tryck motsvarande 6-7 på en skala av 0-10, vilket beskrivs som moderat tryck utan smärta. 0 på skalan beskriver inget tryck och 10 mycket smärtsamt tryck.

2.8 Övrig träning och kost

Deltagarna ombads att inte träna styrketräning utöver studiens träningsprotokoll men att fortsätta med sin övriga träning på samma volym som tidigare. Inför testtillfällena fick deltagarna inte förtära koffein eller röka och de ombads även att inte äta närmare än 2 timmar innan test.

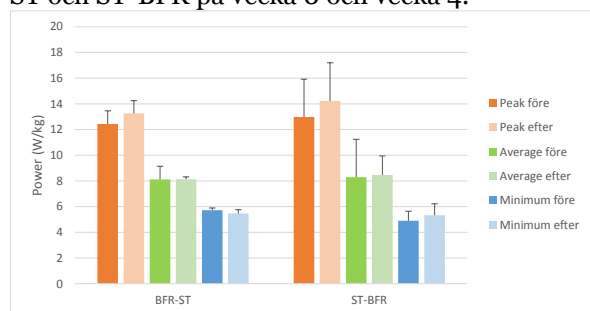
2.9 Statistisk analys

Skillnaden mellan värdena från de olika testerna beräknades som procent och medelvärdet och standardavvikelsen av dessa procent presenteras i tabeller och text. Jämförelse mellan enstaka testvärden för de 2 grupperna utfördes med ett oparat t-test i Microsoft Excel® (Office 365, Microsoft Corporation) mellan BFR-ST och ST-BFR. Enstaka testvärden för isolerade resultat från ocklusions- och styrketräningsperioderna jämfördes med parat t-test. En signifikant skillnad bestämdes motsvara $p \leq 0,05$.

3. Resultat

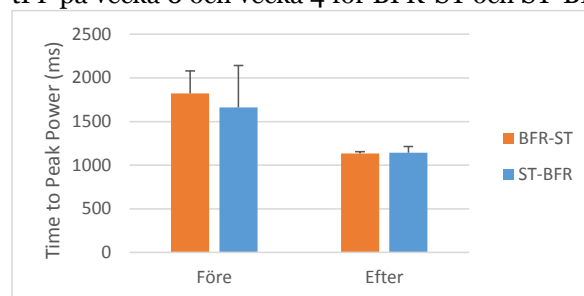
Figur 1

Anaerob kapacitet (PP/kg, AP/kg och MP/kg) för BFR-ST och ST-BFR på vecka 0 och vecka 4.



Figur 2

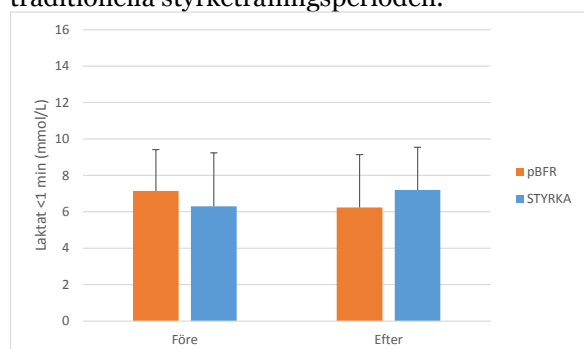
tPP på vecka 0 och vecka 4 för BFR-ST och ST-BFR.



Förändringen i peak power per kg (PP/kg) skiljde sig inte signifikant mellan grupperna men visade en icke-signifikant ökning för både BFR-ST och ST-BFR (Tabell 1). Ingen signifikant skillnad kunde ses i förändringen av average power per kg (AP/kg) mellan BFR-ST och ST-BFR, mätningarna visade inte heller en förändring för någon av grupperna (Tabell 1). Förändringen i minimum power per kg (MP/kg) skiljde sig inte signifikant mellan grupperna men visade en icke-signifikant ökning för ST-BFR och minskning för BFR-ST (Tabell 1). En icke-signifikant minskning av time to peak power (tPP) kunde ses i både BFR-ST och ST-BFR (Tabell 1) när testvärdet före jämförs med testvärdet efter 4 veckors intervention men ingen signifikant skillnad i förändringen sågs mellan grupperna. Laktatvärdena visade en icke-signifikant sänkning efter arbete efter 2 veckor med ocklusionsträning och ökade efter 2 veckor med traditionell styrketräning (Tabell 2).

Figur 3

Laktatnivåerna direkt efter avslutat Wingate test på vecka 0 och vecka 4 för pBFR-perioden och den traditionella styrketräningsperioden.



Tabell 1				
Förändringen i procent för BFR-ST respektive ST-BFR samt T-test för skillnad mellan grupperna.				
Test/Grupp	n	Medelvärde	SD	T-test
1 min Laktat				
BFR-ST	2	1%	6%	
ST-BFR	3	-1%	6%	p=0,707
5 min Laktat				
BFR-ST	2	-1%	18%	
ST-BFR	3	-2%	6%	p=0,955
Time to Peak Power				
BFR-ST	2	-37%	8%	
ST-BFR	3	-27%	22%	p=0,519
Peak power/kg				
BFR-ST	2	7%	1%	
ST-BFR	3	10%	3%	p=0,202
Average power/kg				
BFR-ST	2	0%	1%	
ST-BFR	3	2%	2%	p=0,393
Minimum power/kg				
BFR-ST	2	-4%	8%	
ST-BFR	3	9%	9%	p=0,202

Tabell 2				
Förändringen i procent för ocklusionsperioden respektive styrketräningsperioden samt T-test för skillnad mellan grupperna.				
Test/Grupp	n	Medelvärde	SD	T-test
1 min Laktat				
Ocklusion	5	-14%	26%	
Styrka	5	26%	45%	p=0,269
5 min Laktat				
Ocklusion	5	-7%	14%	
Styrka	5	8%	20%	p=0,333
Time to Peak Power				
Ocklusion	5	-20%	25%	
Styrka	5	-9%	28%	p=0,635
Peak power/kg				
Ocklusion	5	4%	5%	
Styrka	5	5%	8%	p=0,851
Average power/kg				
Ocklusion	5	-1%	2%	
Styrka	5	2%	2%	p=0,209
Minimum power/kg				
Ocklusion	5	3%	6%	
Styrka	5	0%	7%	p=0,563

4. Diskussion

Syftet med denna studie var att jämföra effekterna av 4 veckor av BFR-ST gentemot 4 veckor av ST-BFR på anaerob prestation och laktatnivåer efter arbete. Hypotesen var att genomförandet av ocklusionsträning före styrketräning skulle ge en större förbättring av den anaeroba förmågan än genomförandet av styrketräning före ocklusionsträning och att laktatnivåerna förväntades vara lägre direkt efter perioden med pBFR-träning. De huvudsakliga resultaten från denna studie visar att tPP förbättras mer vid BFR-ST än vid ST-BFR och att laktatnivåerna efter en genomförd period med ocklusionsträning är lägre än efter en period av styrketräning. Den anaeroba kapaciteten hos studiedeltagarna i de två grupperna skilde sig inte signifikant, då deras PP/kg och AP/kg visade på samma förändring. Inte heller MP/kg skiljde sig signifikant mellan grupperna trots att den procentuella förändringen pekade åt olika håll för ST-BFR och BFR-ST. Samtliga av dessa procentuella förändringar var dock mindre jämfört med den som sågs för tPP och laktatvärdena. tPP är intressant i och med att en snabb användning av deltagarens fulla potential kan ha överförbarhet till andra moment än ett Wingate-test. En lägre mängd laktat vid ansträngning kan också innebära att arbetet kan utföras under längre tid. Det är dessa större procentuella förändringar på tPP och laktat som diskussionen fokuserat på.

Vilka fysiologiska faktorer som påverkar dessa resultat är inte fullt fastställt. En teori framförd av Loenneke och hans kollegor (2012) har föreslagit att BFR leder till utvidgning av cellen, dels vid träningsfasen där metaboliter och blod ansamlas med hjälp av de restriktiva banden och dels vid återflödet som sker efter att

banden tagits av då nytt näringsrikt blod flödar in i cellen. Denna cellsvällning orsakar ett hot mot cellens strukturer, vilket skulle kunna skapa ett anabolt svar för att göra cellens uppbyggnad starkare (Loenneke et al., 2012). Den hypertrofi cellsvällning leder till (Lowery et al., 2014) skulle kunna ligga till grund för en del av våra resultat, men har förmodligen inte påverkat den anaeroba prestationen signifikant. 2 veckor av träning anses vara för kort tid för att adaptation av lokal muskeltillväxt ska kunna påverkas (Thomeé et al., 2008), vilket skulle antyda att förbättringen av deltagarnas tPP beror på någon annan faktor. Däremot kan ansamlingen av metaboliter, som en process av cellsvällningen, ha inverkat på laktatnivåerna.

Ordningen i vilken styrketräning och ocklusionsträning genomförs verkar inte ha någon inverkan på laktatnivåerna då båda grupperna hade oförändrade resultat efter de 4 veckorna med träning (Tabell 1). Den större minskningen av laktatnivåerna efter genomfört arbete i slutet av en BFR-träningsperiod än i slutet av en styrkeperiod (Tabell 2) visar återigen att ocklusionsträning påverkar kroppens energisystem på ett annat sätt än tung styrketräning (Burgomaster et al., 2003; Yudai Takarada et al., 2014). Tidigare forskning (Loenneke et al., 2010; Reeves et al., 2006; Tanimoto et al., 2005) har visat att de akuta laktatnivåerna efter ett träningsstillfälle med ocklusion inte skiljer sig signifikant från laktatet efter ett traditionellt styrketräningspass. Då våra fynd tyder på en longitudinell effekt av BFR-träningen på laktatnivåerna uppstår frågan om hur den akuta effekten på laktat kan påverka kroppens omsättning av laktat över tid. Rennie och Johnson (1974) samt MacRae med kollegor (1995) visade att vältränade individer får en bättre förmåga att ta hand om producerat laktat genom att lever och muskulatur får en ökad kapacitet att ta upp laktat och antingen återskapa glukos eller oxidera det (Guyton & Hall, 2011). Det är därför möjligt att ocklusionsträningen ger en mer fördelaktig effekt på laktatrensningen än tung styrketräning. De större glykogenlagren i kroppen som setts vid BFR-träning (Burgomaster et al., 2003) kan vara en anledning till den förbättrade omhändertagningen av laktat. Om det ger kroppen en ökad förmåga att omvandla laktat till pyruvat och vidare till glykogen i kombination med större glykogenlager så begränsas troligen återbildningen av glykogen från laktat mindre av mättade förråd.

Ocklusionsträning har även visat sig öka nykärlbildningen i kroppen (Larkin, Macneil, Dirain, Sandesara & Manini, 2013) vilket skulle kunna förklara minskningen i laktat, där syrebristen i ocklusionsträningen triggas signaler såsom VEGF-1 för ökad angiogenes. En ökad andel kapillärer i musklerna skulle möjliggöra en snabbare transport av laktatet som bildas vid arbete och omsätta det i celler som inte blivit mättade vid cyklingen (Guyton, & Hall, 2011). Syrebristen som uppstår med BFR-träning gör dessutom att de mitokondrietäta typ I fibrerna inte kan arbeta på maximal belastning och att en rekrytering av typ II fibrer är nödvändig för att genomföra samma arbete (Takarada et al., 2000). Den ischemi som uppstår på grund av restriktionen gör att det skapas en ansamling av laktat och vätejoner, vilket leder till att muskelkontraktionerna fungerar sämre i de arbetande muskelfibrerna (Guyton & Hall, 2011). Ansamlingen kan vara ytterligare en faktor för rekrytering av typ II fibrer (Takarada et al., 2000). Denna rekrytering av muskelfibrer med ett högre neuronalt tröskelvärde gör att nervcellerna också måste öka sin fyrningsfrekvens, alltså måste de skicka fler aktionspotentialer för att nå över det högre tröskelvärdet (Guyton & Hall, 2011). Både

muskelfiberrekryteringen och fyrningsfrekvensen har setts i samband med ocklusionsträning (Moritani et al., 1992; Suga et al., 2012). I motsats till dessa slutsatser finns det även forskning som pekar på att det inte finns kvar en ökad motorenhetsrekrytering efter en period av ocklusionsträning (Moore et al., 2004). Vår teori är att dessa effekter kvarstår efter ocklusionsträningen trots den motstridiga forskningen, vilket då skulle göra att deltagarna snabbare kunnat producera maximal effekt på cykeln.

När de två gruppernas tPP jämförs mot varandra så kan en större procentuell förbättring i tid ses för den grupp som genomförde två veckor av ocklusionsträning först (Tabell 1). Minskningen av fritt ATP som sker efter en period av BFR-träning (Burgomaster et al., 2003) kan ha lett till att gruppen som genomförde ocklusionsträning sist då inte kunde utveckla kraft lika snabbt som den andra gruppen. En period av tung styrketräning kan bidra med en ökning av fritt ATP i cellen (Thomeé et al., 2008), vilket skulle kunna neutralisera den negativa aspekten med ocklusionsträning. Vår teori är på grund av detta att de positiva neuronala förändringarna finns kvar hos BFR-ST, samtidigt som de negativa förändringarna på cellens fria ATP eliminerats, vilket skulle förklara dessa deltagares bättre resultat.

En av de största begränsningarna med studien var den korta tidsperiod interventionen utfördes på, där en längre träningsperiod dock var inte möjlig på grund av den givna tiden för detta kandidatarbete. Om mer tid spenderats på de två träningsprotokollen hade större förändringar kunnat ske utifrån de effekter som vardera upplägget åstadkommer på grund av en bättre/längre anpassning i kroppen/cellerna och därav möjligtvis gjort att grupperna skiljt sig mer i slutet av interventionen. För att säkerställa skillnaderna mellan BFR-träning och traditionell styrketräning under en längre tid skulle en wash-out före träningsprotokollen vara att föredra, då detta skulle styrka att de fysiologiska förändringar som iaktogs berodde på träningsuppläggen och inte en förändring i deltagarnas träning. Genom att föregå wash-out perioden med en familjärisering av Wingate-testet hade en inlärningseffekt då kunna uteslutas som en inverkan faktor på resultaten. Den ökade tidsperioden skulle även göra att Wingate-testet skulle kunnat genomföras på separata dagar från fystesterna för de olika styrkeövningarna, vilket då hade lett till en mer precis bedömning av deltagarnas 1RM.

Brzyckis formel kan dessutom i vissa fall vara missvisande (Whisenant, Panton, East & Broeder, 2003). Detta kan ge problem då vikten som beräknades för deltagarna fick ändras under de första passen för att de skulle klara av repsantalet, vilket i sin tur kan ha medfört att de inte fick ut maximal träningseffekt under studiens gång. Problematiken med vikten kan även tas i beräkning då de flesta deltagarna utförde sina träningspass i en annan lokal än testlokalen och använde då andra stänger, vikter och maskiner men av samma märke. Utöver problematiken med 1 RM kan detta ha gjort att deltagarna inte tränade med den tilltänkta intensiteten och repetitionsantalet och därför inte har uppnått optimal träningseffekt för upplägget. Dilemmat med repsintervallet kalibrerades dock under det första träningspasset, samtidigt som olympiska stänger användes både vid test och träning, vilka ska ha en standardiserad vikt. Det ska noteras att två veckor in på studien så kalibrerades testcykeln genom att banden som belastningen från viktkorgen appliceras på spändes åt.

Justeringen som gjordes kan ha påverkat de slutgiltiga anaeroba resultaten, men då samtliga deltagare testades på samma cykel efter kalibreringen så bör detta inte påverka skillnaden mellan grupperna. Denna justering förklarar inte heller minskningen i laktat hos de deltagare som tränat med restriktivt blodflöde.

Studiens låga deltagarantal gör att individuella förändringar hos försökspersonerna får stor effekt på resultatet, samtidigt som statistisk signifikans är svårare att uppnå. Dessutom ger effekten av confounders, så som att vissa deltagare rapporterade att de tränade mer styrketräning utöver den till studien tillhörande träningen och att några av deltagarna tränade mer uthållighetsträning än andra, större utslag i resultaten (Thomas, Nelson, & Silverman, 2010). Uppvärmningen innan träningspassen kan också ha påverkat resultatet då det ökat deltagarnas totala mängd kardiovaskulär träning, främst hos de deltagare som inte bedrev den typen av träning i större utsträckning innan studiens början. Däremot så genomfördes denna ändring i träningsvolym på båda grupperna, vilket då inte förklarar den större förbättringen för BFR-ST. Testpersonerna genomförde inte heller de olika träningspassen vid samma tider varje pass, samtidigt som tidpunkten för testtillfällena också kunde vara olika från test till test. Dygnsrytmen kan påverka på resultatet i Wingate, där forskning visat att deltagares prestation varierar under dygnet (Souissi, Gauthier, Sesboué, Larue, & Davenne, 2004; Souissi et al., 2007).

5. Sammanfattning

Konklusionen av denna studie är att ocklusionsträning kombinerat med ett styrketräningsprogram kan ha överförbarhet till andra prestationsmoment, i detta fall snabbare tPP i ett 30-sekunders maxtest på cykel, tillsammans med att laktatnivåerna efter arbete verkar vara sänkta i slutet av en period med ocklusionsträning. Rent praktiskt kan resultaten från denna studie användas som ett verktyg för att anpassa en atlets periodisering för bästa prestation vid tävling eller match, där BFR-träningen kan utgöra ett hållbart alternativ till tung styrketräning. Våra resultat tyder även på att det kan vara en fördel ur ett prestationsperspektiv att avbryta ocklusionsträningen en tid innan målet för periodiseringen och på så sätt undvika de potentiellt negativa aspekterna av träningsformen. Mer longitudinella studier som undersöker ocklusionsträningens roll i kombination med annan träning för vältränade individer eftersträvas.

6. Referenser

- Bellardini., H., Henriksson, A., & Tonkonogi, M. (2009). *Tester och mätmetoder för idrott och hälsa (1st ed.)* Lettland: Sisu Idrottsböcker.
- Bergh, K. (2013). *Nutrient timing-rätt näring vid rätt tillfälle. Stockholm: SISU Idrottsböcker.*
- Brzycki, M. (1995). *A practical approach to strength training.* Contemporary Books.
- Burgomaster, K. a, Moore, D. R., Schofield, L. M., Phillips, S. M., Sale, D. G., & Gibala, M. J. (2003). Resistance training with vascular occlusion: metabolic adaptations in human muscle. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(7), 1203–1208. <http://doi.org/10.1249/01.MSS.0000074458.71025.71>

- Clark, B. C., Manini, T. M., Hoffman, R. L., Williams, P. S., Guiler, M. K., Knutson, M. J., ... Kushnick, M. R. (2011). Relative safety of 4 weeks of blood flow-restricted resistance exercise in young, healthy adults. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, *21*(5), 653–662. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01100.x>
- Costill, D. L., Coyle, E. F., Fink, W. F., Lesmes, G. R., & Witzman, F. a. (1979). Adaptations in skeletal muscle following strength training. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, *46*(1), 96–99. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/37209>
- Donovan, C. M., & Brooks, G. a. (1983). Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. *The American Journal of Physiology*, *244*(1), E83–E92.
- Fry, a C., & Kraemer, W. J. (1997). Resistance exercise overtraining and overreaching. Neuroendocrine responses. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *23*(2), 106–129. <http://doi.org/10.2165/00007256-199723020-00004>
- Fry, a C., Kraemer, W. J., van Borselen, F., Lynch, J. M., Marsit, J. L., Roy, E. P., ... Knuttgen, H. G. (2006). beta2-adrenergic receptor downregulation and performance decrements during high-intensity resistance exercise overtraining. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *101*(6), 1664–1672. <http://doi.org/10.1152/jappphysiol.01599.2005>
- Hall, J. E., & Guyton, A. C. (2011). *Textbook of medical physiology* (pp. 924-937). Saunders.
- Henriksson, J., & Sundberg, C. J. (2015). Biologiska effekter av fysisk aktivitet. *FYSS*, 1–40.
- Kawamori, N., & Haff, G. G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, *18*(3), 675–684. [http://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18<675:TOTLFT>2.0.CO;2](http://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<675:TOTLFT>2.0.CO;2)
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. a. (2004). Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *36*(4), 674–688. <http://doi.org/10.1249/01.MSS.0000121945.36635.61>
- Larkin KA, Macneil RG, Dirain M, Sandesara B, Manini TM, B. T. (2013). Blood flow restriction enhances post-resistance exercise angiogenic gene expression, *44*(11), 2077–2083. <http://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182625928.Blood>
- Layne, J. E., & Nelson, M. E. (1999). The effects of progressive resistance training on bone density: a review. *Medicine and science in sports and exercise*, *31*(1), 25-30.
- Loenneke, J. P., Fabs, C. a., Rossow, L. M., Abe, T., & Bemben, M. G. (2012). The anabolic benefits of venous blood flow restriction training may be induced by muscle cell swelling. *Medical Hypotheses*, *78*(1), 151–154. <http://doi.org/10.1016/j.mehy.2011.10.014>
- Loenneke, J. P., Kearney, M. L., Thrower, A. D., Collins, S., & Pujol, T. J. (2010). The acute response of practical occlusion in the knee extensors. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, *24*(10), 2831–2834. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181f0ac3a>

- Loenneke, J. P., Throer, A. D., Balapur, A., Barnes, J. T., & Pujol, T. J. (2012). Blood flow-restricted walking does not result in an accumulation of metabolites. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 32(1), 80–82. <http://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2011.01059.x>
- Lowery, R. P., Joy, J. M., Loenneke, J. P., de Souza, E. O., Machado, M., Dudeck, J. E., & Wilson, J. M. (2014). Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 34(4), 317–321. <http://doi.org/10.1111/cpf.12099>
- Luebbbers, P. E., Fry, A. C., Kriley, L. M., & Butler, M. S. (2014). The effects of a 7-week practical blood flow restriction program on well-trained collegiate athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(8), 2270–2280. <http://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000385>
- MacRae, H. H. S., Noakes, T. D., & Dennis, S. C. (1995). Effects of endurance training on lactate removal by oxidation and gluconeogenesis during exercise. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, 430(6), 964–970. <http://doi.org/10.1007/BF01837410>
- Matthew Laurent, C., Meyers, M. C., Robinson, C. a., & Matt Green, J. (2007). Cross-validation of the 20-versus 30-s Wingate anaerobic test. *European Journal of Applied Physiology*, 100(6), 645–651. <http://doi.org/10.1007/s00421-007-0454-3>
- McDonagh, M. J., & Davies, C. T. (1984). Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 52(2), 139–155. <http://doi.org/10.1007/BF00433384>
- Moore, D. R., Burgomaster, K. a., Schofield, L. M., Gibala, M. J., Sale, D. G., & Phillips, S. M. (2004). Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. *European Journal of Applied Physiology*, 92(4-5), 399–406. <http://doi.org/10.1007/s00421-004-1072-y>
- Moritani, T., Sherman, W. M., Shibata, M., Matsumoto, T., & Shinohara, M. (1992). Oxygen availability and motor unit activity in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 64(6), 552–556.
- Moss, B. M., Refsnes, P. E., Abildgaard, a., Nicolaysen, K., & Jensen, J. (1997). Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 75(3), 193–199. <http://doi.org/10.1007/s004210050147>
- Naclerio, F., Moody, J., & Chapman, M. (2013). Applied periodization: A methodological approach. *Journal of Human Sport and Exercise*, 8(2 SUPPL), 350–366. <http://doi.org/10.4100/jhse.2012.82.04>
- Nakajima, T., Kurano, M., Iida, H., Takano, H., Oonuma, H., Morita, T., ... KAATSU Training Group. (2006). Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey. *International Journal of KAATSU Training Research*, 2(1), 5–13. <http://doi.org/10.3806/ijtr.2.5>
- Pope, Z., Willardson, J., & Schoenfeld, B. (2013). Exercise and blood flow restriction. *J Strength Cond Res*, 27(10), 2914–2926. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182874721>

- Ratamess, N.A., Alvar, B.A., Evetoch, T.K., Housh, T.J., Kibler, W.B., Kraemer, W.J., and Triplett, N.T. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 41: 687–708.
- Reeves, G. V., Kraemer, R. R., Hollander, D. B., Clavier, J., Thomas, C., Francois, M., & Castracane, V. D. (2006). Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 101(6), 1616–1622. <http://doi.org/10.1152/jappphysiol.00440.2006>
- Rennie, M. J., & Johnson, R. H. (1974). Alteration of metabolic and hormonal responses to exercise by physical training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 33(3), 215–226. <http://doi.org/10.1007/BF00421149>
- Robergs, R. a, Ghiasvand, F., & Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 287(3), R502–R516. <http://doi.org/10.1152/ajpregu.00114.2004>
- Souissi, N., Bessot, N., Chamari, K., Gauthier, A., Sesboüé, B., & Davenne, D. (2007). Effect of time of day on aerobic contribution to the 30-s Wingate test performance. *Chronobiology International*, 24(4), 739–748. <http://doi.org/10.1080/07420520701535811>
- Souissi, N., Gauthier, a., Sesboüé, B., Larue, J., & Davenne, D. (2004). Circadian Rhythms in Two Types of Anaerobic Cycle Leg Exercise: Force-Velocity and 30-s Wingate Tests. *International Journal of Sports Medicine*, 25(1), 14–19. <http://doi.org/10.1055/s-2003-45226>
- Stone, M. H., Moir, G., Glaister, M., & Sanders, R. (2002). How much strength is necessary? *Physical Therapy in Sport*, 3, 88–96. <http://doi.org/10.1054/ptsp.2001.0102>
- Suga, T., Okita, K., Takada, S., Omokawa, M., Kadoguchi, T., Yokota, T., ... Tsutsui, H. (2012). Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*, 112(11), 3915–3920. <http://doi.org/10.1007/s00421-012-2377-x>
- Takarada, Y., Nakamura, Y., Aruga, S., Onda, T., Miyazaki, S., Ishii, N., ... Danielson, P. (2014). Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion restriction, 61–65.
- Takarada, Y., Sato, Y., & Ishii, N. (2002). Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 86(4), 308–314. <http://doi.org/10.1007/s00421-001-0561-5>
- Takarada, Y., Takazawa, H., Sato, Y., Takebayashi, S., Tanaka, Y., & Ishii, N. (2000). Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 88(6), 2097–2106.
- Tanimoto, M., Madarame, H., & Ishii, N. (2005). Muscle oxygenation and plasma growth hormone concentration during and after resistance exercise: Comparison between “KAATSU” and other types of

regimen. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1(2), 51–56.
<http://doi.org/10.3806/ijktr.1.51>

- Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2010). *Research methods in physical activity*. Human Kinetics.
- Thomeé, R., Holl, T., & Dahlström, A. (2008). *Styrketräning: för idrott, motion och rehabilitering*. SISU idrottsböcker.
- U.S. Department of Health and Human Services. (2009). Physical Activity Guidelines Advisory Committee report, 2008. *Nutrition Reviews*, 67(2), 114–120. <http://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2008.00136.x>
- Verkhohansky, Y. (1998). Organization of the training process. *New Studies in Athletics*.
- Whisenant, M. J., Panton, L. B., East, W. B., & Broeder, C. E. (2003). Validation of submaximal prediction equations for the 1 repetition maximum bench press test on a group of collegiate football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(2), 221-227.
- Wilson, J., Lowery, R., Joy, J., Loenneke, J., & Naimo, M. (2013). Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *J Strength Cond Res*, 27(11), 3068–3075. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828a1ffa>
- Yasuda, T., Ogasawara, R., Sakamaki, M., Ozaki, H., Sato, Y., & Abe, T. (2011). Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. *European Journal of Applied Physiology*, 111(10), 2525–2533. <http://doi.org/10.1007/s00421-011-1873-8>

7. Bilagor

7.1 Bilaga 1

Test och träningschema							
Vecka	Måndag	Tisdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lördag	Söndag
0	Test1						
1	Ben1		Överkropp		Ben2		
2	Ben1		Överkropp		Ben2		
3	Test2	Ben1		Överkropp	Ben2		
4	Ben1		Överkropp		Ben2		
5	Test2						

7.2 Bilaga 2

Testprotokoll	
Test1	
Blodtryck	Taget efter 5 minuters sittande vila
Vägning+mätning	Måttband fäst på väggen, våg (Seca 877, Seca GmbH, Hamburg, Tyskland)
Uppvärmning step test	3 minuter step-up (höjd 40 cm, steg 88/min för kvinnor, 96 för män)
Uppvärmning, cykel	4 minuter, belastning 95 Watt, 65-70 rpm
Hb	Sittandes på testcykel med HemoCue Hb 201+ (HemoCue AB, Ängelholm, Sverige)
Wingate	30 sekunder, belastning 7,5% av kroppsvikt, stark uppmuntran (Monark model 894e, Vansbro, Sver)
Laktat	Direkt efter, samt 5 minuter efter avslutat Wingate (Lactate Scout+, SensLab GmbH, Leipzig, Tyskland)
Test2	
Vila	5 minuter efter sista laktattestet
Dynamisk uppvärmning	5 repetitioner Olympisk rörlighet och 5 utfallssteg per ben med rotation i överkroppen
Styrketester	2 uppvärmningsset, gradvis stegrad belastning till fail uppnåddes inom spannet 3-10 repetitioner

7.3 Bilaga 3

Uppvärmning innan passen						
Crosstrainer 8 minuter, dynamisk uppvärmning						
Traditionell styrketräning						
Ben1						
Övning	Utrustning	Set	Reps	Vila mellan set	Vikt	
Benböj	Lyftarskor tillåtna, ej bälte		4 10-10-10-fail	1,5-3 min	50% 1RM, 3x70% 1RM*	
Utfallssteg			3 10-10-fail	1,5-3 min	3x70% 1RM*	
Benpress			4 10-10-10-fail	1,5-3 min	50% 1RM, 3x70% 1RM*	
Plankan**			3	1,5-3 min		
Överkropp						
Övning	Utrustning	Set	Reps	Vila mellan set	Vikt	
Bänkpress			4 10-10-10-fail	1,5-3 min	50% 1RM, 3x70% 1RM*	
Rodd	Dragremmar tillåtna		4 10-10-10-fail	1,5-3 min	50% 1RM, 3x70% 1RM*	
Militärpress			4 10-10-10-fail	1,5-3 min	50% 1RM, 3x70% 1RM*	
Bicepscurl			3 10-10-fail	1,5-3 min	3x70% 1RM*	
Triceps pushdown	Freemotion		3 10-10-fail	1,5-3 min	3x70% 1RM*	
Ben2						
Övning	Utrustning	Set	Reps	Vila mellan set	Vikt	
Benböj	Lyftarskor tillåtna, ej bälte		4 10-10-10-fail	1,5-3 min	50% 1RM, 3x70% 1RM*	
Raka mark	Dragremmar tillåtna		4 10-10-10-fail	1,5-3 min	50% 1RM, 3x70% 1RM*	
Benpress			4 10-10-10-fail	1,5-3 min	50% 1RM, 3x70% 1RM*	
Plankan**			3	1,5-3 min		
Ocklusionsgrupp						
Ben1						
Övning	Utrustning	Set	Reps	Vila mellan set	Vikt	
Benböj	Lyftarskor tillåtna, ej bälte		4 10-30-15-15-1	45 sek	4x30% 1RM*	
Utfallssteg			3 10-10-fail	1,5-3 min	3x70% 1RM*	
Benpress			4 10-30-15-15-1	45 sek	4x30% 1RM*	
Plankan**			3	1,5-3 min		
Överkropp						
Övning	Utrustning	Set	Reps	Vila mellan set	Vikt	
Bänkpress			4 10-10-10-fail	1,5-3 min	50% 1RM, 3x70% 1RM*	
Rodd	Dragremmar tillåtna		4 10-10-10-fail	1,5-3 min	50% 1RM, 3x70% 1RM*	
Militärpress			4 10-10-10-fail	1,5-3 min	50% 1RM, 3x70% 1RM*	
Bicepscurl			3 10-10-fail	1,5-3 min	3x70% 1RM*	
Triceps pushdown	Freemotion		3 10-10-fail	1,5-3 min	3x70% 1RM*	
Ben2						
Övning	Utrustning	Set	Reps	Vila mellan set	Vikt	
Benböj	Lyftarskor tillåtna, ej bälte		4 10-30-15-15-1	45 sek	4x30% 1RM*	
Raka mark	Dragremmar tillåtna		4 10-10-10-fail	1,5-3 min	50% 1RM, 3x70% 1RM*	
Benpress			4 10-30-15-15-1	45 sek	4x30% 1RM*	
Plankan**			3	1,5-3 min		
* Belastningen i övningarna anpassades utifrån de initiala belastningarna för att deltagarna skulle klara av repsantalen.						
** Övningarna varierades mellan de olika passen						