



Ocklusionsträningens påverkan på uthållighetsmekanismer i kontrast till traditionell träning

Christoffer Bergman

Examensarbete
Idrott- och hälsopromotion
2018

| | |
|--|---|
| EXAMENSARBETE | |
| Arcada | |
| Utbildningsprogram: | Idrott- och hälsopromotion |
| Identifikationsnummer: | 17590 |
| Författare: | Christoffer Bergman |
| Arbetets namn: | Ocklusionsträningens påverkan på uthållighetsmekanismer i kontrast med traditionell träning |
| Handledare (Arcada): | Jacob Jungell |
| Uppdragsgivare: | IF Fyren |
| <p>Sammandrag:</p> <p>Detta är en systematisk litteraturstudie med syftet att utreda om ocklusionsträning påverkar uthållighetsutförandet hos uthållighetsidrottare. Frågeställningen som används i detta arbete lyder ”Hurudan inverkan på uthålligheten har ocklusionsträning jämfört med traditionella träningsmetoder hos uthållighetsidrottare?”. Ocklusionsträning är en ny träningsform som går ut på att man spänner av blodcirkulation från muskeln medan man på samma gång upprätthåller blodcirkulationen till muskeln. Denna träningsform leder till ökad muskeltillväxt men har även visat sig kunna öka uthållighetsmekanismer vilket är anledningen till att denna studie görs. Metoden som valts är en systematisk litteraturstudie som använder sig av färdigt skrivna arbeten för att kunna sammanfatta och dra en slutsats av nuläget. Studien använde sig av tre stycken sökmotorer och fyra stycken sökord för att få fram relevanta källor. Till den slutliga kvalitetsgranskningen av källorna valdes 23 stycken källor efter att källornas abstrakt och titlar hade lästs igenom för att man skulle bestämma om källorna var av tillräcklig relevans. Efter kvalitetsgranskningen valdes 15 stycken artiklar med till denna studie. Studien fokuserar sig på fyra olika resultat kategorier och dessa är hypertrofi, muskulär uthållighet, Vo2Max samt muskelstyrka. Inom alla kategorier presterade ocklusionsträningssgruppen lika bra eller bättre än de respektive kontrollgrupperna och gav resultat som var intressanta för vidare forskning. Andra upptäckter som kan påverka uthålligheten var en ökad kapillärmängd och förbättrad löpekonomi. Slutsatserna i denna studie var att ocklusionsträning har visat sig kunna lika bra eller bättre än den motsvarande traditionella träningen öka de faktorer och mekanismer som en uthållighetsidrottare efterfrågar. Resultaten som framkom i studien var dock få till mängden på grund av ett litet utbud av tidigare forskning. Metodiken som användes är lämplig för denna typ av arbete och vidare forskning borde göras inom ämnet eftersom de upptäckter som presenteras i denna studie är värda att uppmärksammas.</p> | |
| Nyckelord: | Ocklusionsträning, uthållighet, Vo2max, hypertrofi, muskulär uthållighet, muskelstyrka. |
| Sidantal: | 60 |
| Språk: | Svenska |
| Datum för godkännande: | 14.05.2018 |

| | |
|--|---|
| DEGREE THESIS | |
| Arcada | |
| Degree Programme: | Sports- and health promotion |
| Identification number: | 17590 |
| Author: | Christoffer Bergman |
| Title: | The impact of blood flow restriction on the mechanisms of endurance in contrast to traditional training |
| Supervisor (Arcada): | Jacob Jungell |
| Commissioned by: | IF Fyren |
| <p>Abstract:</p> <p>This is a systematic literature study with the purpose of investigating whether occlusion training affects the endurance performance of endurance athletes. The question used in this study reads "What effect on endurance have occlusion training compared to traditional training methods on endurance athletes?". Occlusion training is a new form of training that involves restricting the blood circulation away from the muscle while at the same time maintaining blood circulation into the muscle. This form of training leads to increased muscle growth but has also been shown to increase endurance mechanisms which is why this study is done. The method chosen is a systematic literature study that uses already completed studies to summarize and draw a conclusion of the present situation. The study used three search engines and four keywords to obtain relevant sources. For the final quality review of the sources there were 23 sources selected after the sources abstracts and titles had been read in order to determine if the sources were of sufficient relevance. After the quality review 15 articles were selected for this study. The study focuses on four different categories of results including hypertrophy, muscular endurance, Vo2Max and muscle strength. In all of the categories did the occlusion training group perform as well or better than the respective control groups giving results that were interesting for further research. Other discoveries that could affect endurance were an increased capillary volume and improved running economy. The conclusions in this study were that occlusion training has been shown to be as good as or better than the corresponding traditional exercise at increasing the factors and mechanisms that an endurance athlete demands. However, the results found in the study were limited because of a small range of previous research. The methodology used is suitable for this type of work and further research should be done on the subject because the discoveries presented in this study are worth mentioning.</p> | |
| Keywords: | Occlusion training, endurance, Vo2max, hypertrophy, muscular endurance, muscle strength. |
| Number of pages: | 60 |
| Language: | Swedish |
| Date of acceptance: | 14.05.2018 |

Innehåll

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inledning | 6 |
| 2 | Ocklusionsträning | 7 |
| 2.1 | Tillämpning | 8 |
| 2.2 | Primära fysiologiska mekanismer | 9 |
| 2.2.1 | <i>Metabolisk stress</i> | 9 |
| 2.3 | Sekundära fysiologiska mekanismer | 11 |
| 2.3.1 | <i>Mekanotransduktion</i> | 11 |
| 2.3.2 | <i>Muskelskada</i> | 11 |
| 2.3.3 | <i>Systematiska och lokaliserade hormoner</i> | 11 |
| 2.3.4 | <i>Cellsvullnad</i> | 12 |
| 2.3.5 | <i>Reaktiva syrearter</i> | 12 |
| 2.3.6 | <i>Kväveoxid</i> | 13 |
| 2.3.7 | <i>Fiber rekrytering</i> | 13 |
| 3 | Traditionell styrketräning | 14 |
| 4 | Uthållighet | 15 |
| 4.1 | Maximal syreupptagningsförmåga | 16 |
| 4.2 | Blodflödet | 18 |
| 4.3 | Aerob kapacitet | 18 |
| 4.4 | Träning av uthållighet | 19 |
| 4.5 | Kombination av uthållighetsträning och styrketräning | 20 |
| 5 | Syfte och frågeställning | 21 |
| 6 | Metodik | 21 |
| 6.1 | Systematisk litteraturstudie | 21 |
| 6.2 | Inklusions- och exklusionskriterier | 22 |
| 6.3 | Urval | 23 |
| 6.4 | Booleska operatörer | 24 |
| 6.5 | Kvalitetsgranskning | 26 |
| 6.6 | Metodiksammanfattning | 29 |
| 6.7 | ETIK | 30 |
| 7 | Resultat | 31 |
| 7.1 | Effekt på muskulär uthållighet | 40 |
| 7.2 | Effekt på muskulär styrka | 40 |
| 7.3 | Effekt på hypertrofi | 42 |
| 7.4 | Förändring av Vo2Max | 43 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 7.5 | Andra upptäckter | 44 |
| 7.6 | Sammanställning av resultaten | 45 |
| 8 | Diskussion | 46 |
| 8.1 | Metoddiskussion..... | 46 |
| 8.2 | Resultatdiskussion..... | 47 |
| 8.2.1 | Ökning av Vo2Max | 47 |
| 8.2.2 | Ökning av kapillärmängd..... | 48 |
| 8.2.3 | Ökning av muskeluthållighet och muskelstyrka | 49 |
| 9 | Slutsatser | 50 |
| | Källor / References | 52 |
| | Bilagor / Appendices | 60 |
| | Bilaga 1..... | 60 |
| | <i>Kvalitetsgranskningsfrågor</i> | <i>60</i> |

1 INLEDNING

Styrketräning har länge varit något många utfört för att bygga upp sin fysik samt öka sin muskelstyrka. Tävlingar hålls där man mäter både muskelstyrka samt muskelmängd men det är dock inte endast som huvudgren människan använder sig av styrketräning. Nu för tiden används någon sorts styrketräning som komplement i de flesta idrottsgrenar (Kenney et al. 2015 s. 244)

En idrott som kan vara svår att träna styrkan till är åt uthållighetsidrotterna. De vill öka sin muskelstyrka utan att bygga muskler vilket i många fall kan vara svårt att utföra till perfektion. Dessa idrottare använder sig ofta av explosiv träning men forskning har presenterat resultat om att ocklusionsträning skulle kunna vara en ny väg att gå för denna idrottsgrupp. Ocklusionsträning är en träningsform där man spänner åt en muskel för att stänga av den venösa blodcirkulationen samtidigt som man låter den arteriella blodcirkulationen fortsätta. Forskning har kommit fram till att aerob träning med ocklusion leder till en förbättring av Vo₂-max (Clarkson & Hubal 2002).

Denna studie är en systematisk litteraturstudie som kommer sträva efter att få fram en slutsats om ocklusionsträning leder till ökning av Vo₂max samt om ocklusionsträning kan förbättra andra uthållighetsaspekter. Studien kommer även behandla om det skulle löna sig för uthållighetsidrottare att styra sin styrketräning mot träning med ocklusion eller över huvud taget implementera ocklusionsträning i sitt träningschema. Arbetet kommer först presentera bakgrunden angående ocklusionsträning och aerob träning, där efter kommer metodiken kartläggas samt resultatet presenteras. Slutligen kommer en diskussion angående den valda metodiken och arbetets resultat att diskuteras. Slutsatserna presenteras som sista punkt.

2 OCKLUSIONSTRÄNING

Ocklusionsträning är för många ett nytt begrepp som blivit mer och mer vanligt under de senaste åren. Dock har ocklusionsträning funnits mycket längre än så. Forskning angående ocklusionsträning påbörjades redan under 1990-talet. Vid ocklusionsträning använder man sig av specialgjorda kuffar, på dessa kuffar kan man själv bestämma vilket sorts tryck (mmHg) man vill ha. Det behöver inte vara dyra specialgjorda verktyg för att utföra ocklusionsträning, det fungerar mycket väl att använda sig av elastiska knäomslag (Wilson et al. 2013).

Syftet med ocklusionsträning är att minska blodcirkulationen på ett sådant sätt så att den venösa blodcirkulationen avtar medan den arteriella blodcirkulationen upprätthålls normalt. På så vis slipper blod in i den arbetande muskeln men inte ut ur den och alternerar på så vis förhållandet muskeln är van att arbeta i. Det är inte endast för träning ocklusion kan användas, det har bevisats att bara genom att använda sig av ocklusion på sängliggande patienter kan man motarbeta atrofi utan att utföra någon träning över huvud taget. (Kubota et al. 2008) Förutom detta har forskning också bevisat att bara genom att gå med ocklusion runt benen ökar både muskelstyrka samt muskelmassan betydligt (Abe et al. 2006).

Det är dock i kombination med lågintensiv styrketräning som hypertrofin verkligen drar nytta av ocklusionsträning. Hypertrofi är den teoretiska benämningen för muskeltillväxt, motsatsen till detta kallas atrofi. Tillsammans med låg intensitet (~20-30% av en repetition maximum, förkortas i detta arbete 1-RM och anger den maximala belastningen en person kan lyfta en gång) har ocklusionsträning visat sig vara som mest effektiv för att öka muskeltillväxten (Loenneke et al. 2012a). Skillnaderna på ocklusionsträning och vanlig högintensiv träning är dock inte väldigt stora men i vissa fall har ocklusionsträning visats öka muskelmassan och muskelstyrkan mer än högintensiv träning. Desto mer vikt en person lyfter per repetition desto högre är intensiteten. Mangine et al. (2015) använde sig av ett träningsprotokoll som de kallade högintensiv träning då de utförde 4 set, 3-5 repetitioner med en intensitet på ~90 % av 1RM.

Loenneke et al. (2012a) skriver att under de första fyra veckorna har det upptäckts stora hypertrofiska förändringar medan styrkeförändringarna först framträtt vid vecka 10 och framåt. Vanligtvis uppträder hypertrofi i de senare stadierna och styrka i de tidigare stadierna av vanlig träning vilket betyder att ocklusionsträning möjligtvis ändrar musklernas adaptationsschema. (Loenneke et al. 2012a) Hypertrofi kan definieras som muskeltillväxt och de två viktigaste faktorerna till hypertrofi är mekanisk stress i muskelstrukturerna och metabolisk stress (Hallén & Ronglan 2011).

2.1 Tillämpning

Vid studier angående ocklusionsträning använder man sig av tryckluftsdrivna kuffar samt bälten för att kunna bestämma trycket. Man kan bestämma trycket eftersom dessa verktyg vanligtvis är uppblåsbara så att man kan bestämma vilket tryck som används. Trycket man skall ha i sina kuffar baseras på individens individuella arteriella tryck, kuffarnas tryck skall vara 40-90% av det arteriella trycket. (Garber et al. 2011 och Hughes et al. 2017) Standarden brukar hamna mellan 160-200 mmHg (Schoenfeld BJ 2013).

Om man vill utföra ocklusionsträning i gymmet på sin egen tid räcker också vanliga elastiska knäomslag (Wilson et al. 2013). Omslaget måste dock vara tillräckligt långt för att kunna roteras runt den arbetande extremiteten flera varv. Positionen skall vara så högt upp som möjligt på den tränande extremiteten eftersom om omslaget är för lågt ner placerat kommer inte optimalt venöst tryck uppstå. Man har även undersökt hur breda kuffarna skall vara och Loenneke et al. (2012a) har kommit fram till att smalare omslag stryper den arteriella cirkulationen vid ett högre tryck än ett bredare omslag. Desto snabbare den arteriella cirkulationen avtar desto snabbare blir vi utmattade (Loenneke et al. 2012a).

Ocklusionsträning tränas som tidigare nämnts med väldigt lite motstånd. Det vanligaste träningsprotokollet som blivit observerat är träning med 20 % av 1-RM motstånd, 2-3 gånger i veckan. En frekvens på mer än 3 dagar i veckan har inte visat på bättre resultat. Standarden per pass är 75 repetitioner utspritt på 4 set med 30-sekunders vila mellan varje

set. (Loenneke et al. 2012a) Vad som också är betydelsefullt vid utförandet av ocklusionsträning är att aldrig ta bort omslaget medan man vilar mellan setten. I en undersökning gjord av Suga et al. (2012) kom man fram till att då man tog bort omslagen mellan setten ledde det till en lägre nivå av metabolisk stress vilket ledde till en sänkning av tillväxtstimuli.

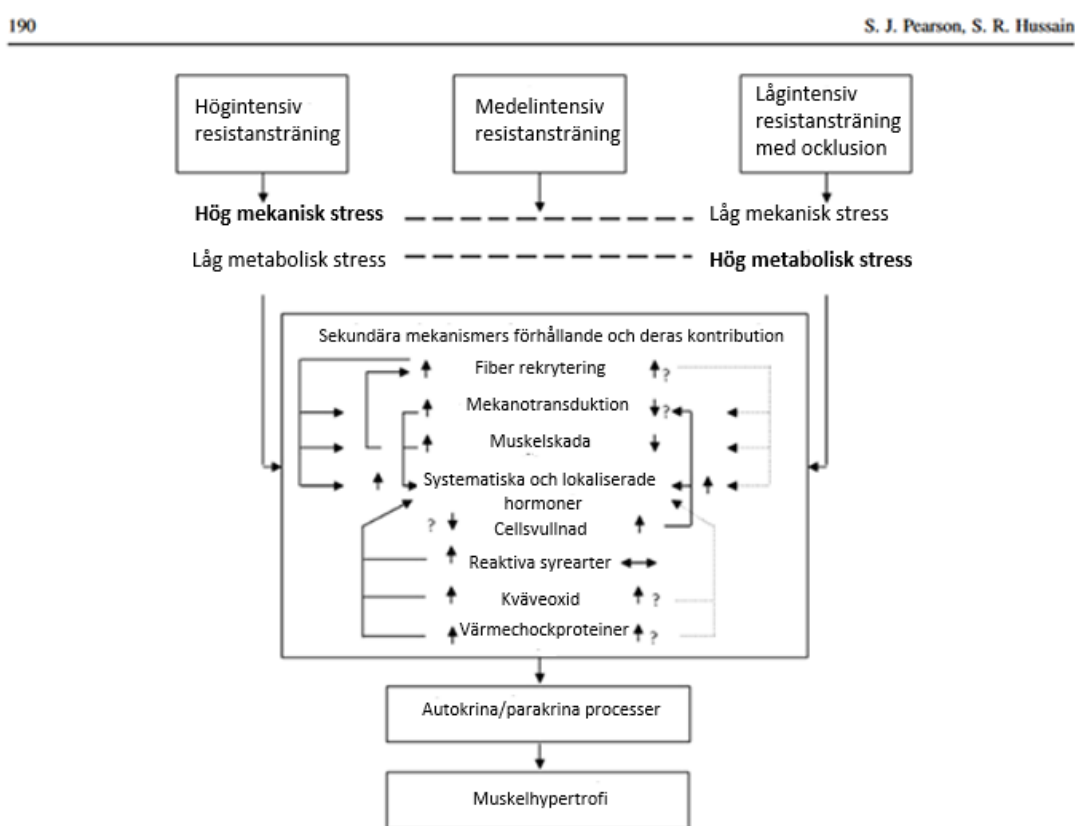
2.2 Primära fysiologiska mekanismer

2.2.1 Metabolisk stress

Hur ocklusionsträning fungerar beror till en stor del på metabolisk stress. Metabolisk stress är då vi belastar den tränande muskeln under stress genom att träna med tung vikt och på så vis skapar ett förhållande för muskeln där den måste arbeta tungt med för lite syre. Metabolisk stress skapar slaggprodukter som kallas metaboliter och dessa framträder speciellt då vi tränar med låg syretillgång till den tränande muskeln. Till metaboliter hör sin tur bland annat laktat, oorganiskt fosfat och vätejoner. (Schoenfeld, 2013) Tidigare har Takarada et al. (2000) bevisat att laktatkoncentrationen är betydligt högre efter ett protokoll innehållande låg-intensiv styrketräning som utförts under sådana ischemiska förhållanden som ocklusionsträning framkallar i jämförelse med liknande protokoll som utförts utan ocklusionsträning. Ischemiska förhållanden uppstår då blodcirkulationen in och ut ur muskeln stryps vilket leder till ett underskott av syre, detta kan även kallas för hypoxi. Hypertrofin som den metaboliska stressen kan framkalla i samarbete med ocklusionsträning har demonstrerats under andra tillfällen också (Takarada et al. 2000b; Takarada et al. 2002; & Takarada et al. 2004). Takarada et al. (2000a), Takarada et al. (2002) och Takarada et al. (2004) har under alla tillfällen forskat med träningsprotokoll som utfört styrketräning med ~30-50% av 1-RM och med ett ocklusionstryck på ~110-200 mmHg. Dessa forskningar kom fram till att träning som dessa frammanar mycket metabolisk stress vilket resulterar i en signifikant högre ökning av den tränade muskelns tvärsnittsytan än för dem som utförde samma träningsprotokoll utan ocklusion.

I teorin skall metabolisk stress framkalla muskelhypertrofi genom ett flertal olika mekanismer. Dessa mekanismer är bl.a. ökad hormonproduktion (Reeves et al. 2006), ökad rekrytering av typ I muskelfibrer (Takarada et al. 2002), svullnad av cellerna (Loenneke

et al. 2012) och ökad produktion av reaktiva syrearter (Pope et al. 2013). Metaboliterna som bildas vid metabolisk stress kan på egen hand eller i kombination med de mekanismer som följer påverka cellulära signaler på ett sådant sätt som förbättrar proteinsyntesen och satellitcells aktivering. Satellitceller är celler som finns inuti muskelfibrerna (Toigo & Boutellier 2006). Dessa två element påverkar muskeltillväxten mest. (Schoenfeld, 2013) Nedan följer en figur som presenterar på vilka sätt mekanisk spänning och metabolisk stress främjar muskelhypertrofi beroende på vilken träningsintensitet och vilken slags träningsform (högintensiv träning & lågintensiv ocklusionsträning) man använder sig av.



Figur 3. Till vilken grad muskelspänning och mekanisk stress bidrar till muskelhypertrofi beroende på träningsform (Pearson & Hussain, 2014).

Pilarna illustrerar hur stor potentiell förändring träningen kan ha på de sekundära mekanismerna. Vertikala pilar representerar en ökning av aktiveringen i den indikerade mekanismen medan horisontala pilar representerar en oförändrad effekt. Sammankopplade pilar representerar en potentiell relation med en mekanism medan prickade sammankopplade

pilar anger en oklar relation. Vilken effekt dessa mekanismer kan ha kommer behandlas i nästa kapitel.

2.3 Sekundära fysiologiska mekanismer

2.3.1 Mekanotransduktion

Mekanisk spänning som sker vid träning leder till förändringar av den fysiska strukturen genom en process som kallas för mekanotransduktion. Då detta sker konverteras mekanisk energi till kemiska signaler som i sin tur förmedlar intracellulära anabola samt katabola stigar. Konverteringen av energin utförs av sarkolemmalbundna mekanosensorer, dessa kan vara integriner eller fokala anslutningar. Denna process leder i sin tur till en svängning i proteinbalansen som främjar syntes istället för nedbrytning av musklerna. (Zou et al. 2011)

2.3.2 Muskelskada

Muskelskada som frambringas genom träning påstås procentuellt framkomma genom excentrisk träning (Sorichter et al. 1997). En studie gjord av Hather et al. (1991) kom fram till att hypertrofin sjönk då den excentriska delen av träningen togs bort medan en meta-analys gjord av Roig et al. (2009) kom fram till att excentrisk träning frammanar mer hypertrofi än koncentrisk träning. Dock har forskning även visat att repetition av flera excentriska övningar inte ger en vidare ökad effekt (McHugh et al. 1999). Denna forskning kan ses som något som ifrågasätter påståendet att träningsframbringad muskelskada skulle kunna associeras med hypertrofi.

2.3.3 Systematiska och lokaliserade hormoner

Takarada et al. (2000b) fick resultat och framställde en teori om att de hypertrofiska effekterna till ocklusionsträning beror på att den metaboliska stressen startar en hormonell anabol respons till följd av träningen. Flera forskningar har utfört lågresistent träning-

protokoll med ocklusion och fått resultat som tyder på ökning av flera hormoner inklusive tillväxthormon (Takarada et al. 2000) (Reeves et al. 2006) (Manini et al. 2012) och IGF-1 (insulinliknande tillväxtfaktor 1) (Takano et al. 2005).

2.3.4 Cellsvullnad

Svullnad av cellerna är en ökning av intracellulär vätska. Detta är något som räknas som en av de viktigare mekanismerna till hypertrofiska adaptationer vid ocklusionsträning. Cellsvullnad har tidigare sagts resultera i en ökning av proteinsyntesen och en sänkning av protolys (nedbrytning av proteiner) i ett flertal celltyper, vart hepatocyter (leverceller), osteocyter (ben-cell), bröstceller och muskelfibrer inkluderas. (Lang et al. 1998) Ocklusionsträning ökar ansamlingen av metaboliter vilket skapar en tryckgradient som främjar blodflödet in i de intracellulära delarna av muskelfibrerna. Denna mekanism leder till förbättrad reperfusion (då blodflödet återställs till vävnaden efter att ha varit nedsatt) och intracellulär svullnad. Detta tros hota cellmembranets struktur. (Loenneke et al. 2012b) Low et al. (1997) har bevisat att signalerna förmedlas ut av sensorer i cellerna och dessa sensorer har Clarke och Feedback (1996) bevisat att i sin tur aktiverar anabola enzymstigar. Vidare har forskning indikerat att anabola funktioner transporteras ut till musklerna oberoende av signaltransduktionsvägen mTOR (Schliess et al. 2006). Istället tror forskarna att det är signaltransduktionsvägen MAPK som är den primära faktorn för att medla fram anabolism som frammanats av svullnad i cellerna (Finkenzeller et al. 1994 & Schliess et al. 1995). Förutom detta så har det även bevisats att cellsvullnad kan inducera muskeltillväxt genom förökning och sammansmältning av satelitceller (Dangott et al. 2000).

2.3.5 Reaktiva syrearter

Produktionen av reaktiva syrearter eller ROS (reactive oxygen species) på engelska har bevisats öka tillväxten både i den glatta muskulaturen och hjärtmuskulaturen (Suzuki & Ford 1999). ROS kan också ha en potentiell effekt på hypertrofin som fås från ocklusionsträning eftersom hypoxi och den påföljande reperfusionen skall ge en ökande produktion av ROS (Korthuis et al. 1985). Detta påstående har dock blivit konfliktbelagt eftersom Takarada et al (2000b) och Goldfarb et al. (2008) har rapporterat att inga signifikanta ökning av ROS hittades efter att ha testat lågintensiva träningsprotokoll med

ocklusion. Fast dessa forskningar talar emot all effekt ocklusionsträning kunde ha på ROS kan resultaten skilja sig beroende på under hur lång tid ocklusionen har fortgått. Dock har tidigare arbeten fått resultat om att det skulle vara den mekaniska spänningen som är den dominanta faktorn till produktionen av ROS. Goldfarb et al. (2008) undersökte och jämförde ROS responsen mellan medelintensiv styrketräning och lågintensiv styrketräning med ocklusion, båda protokollen hade lika stor träningsvolym. Goldfarb et al (2008) kom fram till att plasmaprotein karbonylnivåerna samt L-glutamin nivåerna (båda viktiga faktorer till ROS) var betydligt högre för dem som utförde de medelintensiva protokollet.

2.3.6 Kväveoxid

Kväveoxid är en signalmolekyl som produceras i stora mängder i musklerna genom en mekanism som kallas kväveoxidsyntas 1 (Nakane et al. 1993). Kväveoxid har visat sig kunna öka både satellitcells aktivering (Anderson 2000), proteinsyntes och mTOR aktivering (Ito et al. 2013). Kväveoxidproduktionen verkar stiga primärt som en respons till mekanisk spänning (Tatsumi et al. 2009). Dock har några studier gjorda av Hunt et al. (2012) och Hunt et al. (2013) fått svar om en potentiell kväveoxidshöjning som följd av ett ocklusionsträningsprotokoll.

2.3.7 Fiber rekrytering

Forskning har visat att ocklusionsträning kan rekrytera typ II muskelfibrer även vid lågintensiv intensitet p.g.a. att syretillförseln är för låg för att typ I fibrer skall kunna rekryteras samt p.g.a. att metabolitansamlingen är så hög (Moritani et al. 1992). Både låg syretillförsel och hög metabolithalt kan öka rekryteringen av muskelfibrer genom stimulering av de nervbanor som leder in till det centrala nervsystemet, afferenta nervbanor, av grupp III och IV. Detta kan skapa en inhibition av de neuroner som ansvarar över musklernas kontraktion, alfa motorneuroner, vilket resulterar i en tvingad ökad fiberrekrytering eftersom kroppen måste upprätthålla den muskulära styrkan för att förebygga att kraftdistributionen avbryts. (Loenneke et al. 2011) Flera andra rapporter stöder detta då man har genom elektromyografi upptäckt högre rekrytering och aktivering hos typ II fibrer vid utförande av lågintensiv träning med ocklusion än då samma träning har utförts utan ocklusion (Takarada et al. 2000a) (Takarada et al. 2002). Det finns dock även forskning som

talar mot detta eftersom både Wernblom et al. (2009) och Kacin och Strazar (2011) har rapporterat om lika höga nivåer av aktivering i quadriceps genom elektromyografi under både lågintensiv träning med och utan ocklusion. En annan viktig sak är att även om ocklusionsträning rekryterar typ II fibrer rekryterar träningsformen inte lika många typ II fibrer som vanlig högintensiv träning gör (Manini & Clark 2009).

3 TRADITIONELL STYRKETRÄNING

Styrka kan delas in i uthållighetsstyrka, maximal styrka och snabbhetsstyrka och för att utveckla dessa styrkor finns det specifika träningsformer. Uthållighetsstyrka är styrkan som får oss att kunna utföra samma rörelse flera gånger efter varandra. Maximal styrka är styrkan som bestämmer den maximala kraften vi viljestyrt kan utveckla under en prestation (Edu.fi). Definitionen på muskulär uthållighet är enligt Hallén & Ronglan (2011 s. 147) ”förmågan att göra många repetitioner av relativt tunga aktioner”. I praktiken betyder det här att denna styrka inte är kopplad till muskelstyrka utan i själva verket uthållighet. Vad som också är viktigt vid styrketräning för uthållighetsidrottare är att styrketräningen skall vara så lik tävlingsgrenen som möjligt. Detta eftersom nervsystemet uppfattar kroppens ledvinklar och positioner vilket i sin tur påverkar muskelaktiveringen. Om idrottaren kan få styrkeövningen att likna tävlingsgrenen blir transfern mellan träning till tävling maximal. (Hallén & Ronglan 2011 s. 154-155)

Enligt Hallén & Ronglan (2011 s. 155) skall explosiv träning utföras åt en tränad person med ett motstånd på 0-50% av 1RM, 1-5 repetitioner, över 3 minuters vila mellan varje set och 4-8 set. För övrigt skall man utföra 1-3 övningar per muskelgrupp 2-4 gånger i veckan då man tränar explosiv styrka. Uthållighetsidrottare behöver också muskler med bra uthållighet. Vid träning av muskeluthållighet föreslår Hallén & Ronglan (2011 s. 155) träning med 20-60% av 1RM, över 15 repetitioner per set, 0-2 minuters vila, 2-4 set. Denna träning skall utföras med 2-4 övningar per muskelgrupp 1-3 gånger i veckan. Denna information gäller för idrottare som är vältränade. (Hallén & Ronglan (2011).

4 UTHÅLLIGHET

Uthållighet definieras som förmågan att kunna utföra en prestation under en längre tid. Därför är uthållighet väldigt specifikt knutet till den aktivitet man sysslar med. Uthållighet är inte en primär egenskap inom idrott, det är istället något som gör så de primära egenskaperna kan bibehållas genom hela övningen. Till exempel är de primära egenskaperna för en fotbollsspelare bland annat att kunna hantera en fotboll så bra som möjligt men utan uthållighet skulle denna fotbollsspelare inte ha orken att upprätthålla sitt fokus för att göra det. Dock inom enkla idrotter som löpning eller cykling klassas uthållighet som en primär egenskap. Då man skall bestämma uthållighet måste man analysera idrottens krav och vilka egenskaper som är mest centrala för prestationsförmågan. (Hallén & Ronglan 2011 s. 98)

Vad som verkligen sätter gränser för aerob styrka och uthållighet är något som många forskare varit splittrade angående. Det finns två teorier som båda har testats. Den första är att uthållighetsförmågan limiteras av effektiviteten hos de oxidativa enzymerna i mitokondrien. Anledningen var att uthållighetsträning ökar mängden oxidativa enzymer vilket i sin tur förbättrar Vo_2Max , uthållighetsträning ökar även mängden och storleken på musklernas mitokondrier. Teorin går ut på att anledning till att uthålligheten kan ha en gräns är inte på grund av mängden mitokondrier utan de redan existerande mitokondriernas effektivitet att använda sig av det redan existerande syret i musklerna. (Kenney et al. 2015 s. 278)

Den andra teorin går ut på att uthållighetsförmågan skulle limiteras av centrala och perifera kardiovaskulära faktorer. Dessa faktorer bestämmer mängden syre som förs till den arbetande muskeln och eftersom ökningen av Vo_2Max bestäms av uthållighetsträningens ökning av blodvolym, slagvolym och bättre perfusion (då blodet levereras kapillärerna i en vävnad) av blod till den arbetande muskeln föreslår den här teorin att detta är faktorn som begränsar utvecklingen av Vo_2Max . För att stärka denna teori har man även gjort flertal tester genom att bl.a. minska blodvolymen, vilket ledde till en sänkning av Vo_2Max som motsvarade den mängden blod som minskades. Man har även låtit deltagare inhalera kolmonoxid (vilket binder sig till hemoglobin som sänker hemoglobinet förmåga att bära syre) och syre medan man utförde ett uthållighetstest till utmattning. Här

sjönk deltagarnas Vo_2Max i direkt proportion med mängden kolmonoxid och syre som inhalerades. Därför tyder dessa två studier på att uthållighetens limiterande faktor är hur effektivt kroppen kan leverera syre till den arbetande muskeln och inte mängden mitokondrier och oxidativa enzymer. (Kenney et al. 2015 s. 279)

4.1 Maximal syreupptagningsförmåga

Den aeroba effekten definieras som kroppens förmåga att bilda en stor mängd energi per tidsenhet under förbrukning av syre (Michalsik & Bangsbo 2004 s. 56). Med detta menas den högsta möjliga mängd syre en person kan uppta i liter per minut, detta kallas även maximal syreupptagning (VO_2 -max). Detta betyder att Vo_2Max bestäms av hur mycket syre och blod som transporteras till muskeln och hur snabbt och effektivt den aktiva muskeln kan använda sig av syret som transporterats dit. Vo_2 -max är beroende av längd och vikt men det går även att träna upp sin Vo_2 -max. Vid mätningar mäter man Vo_2 -max per kilo kroppsvikt för att få ett svar i förhållande till personens anatomi. (Michalsik & Bangsbo 2004 s. 56-57)

För att träna Vo_2 -max bör träningen vara så tung så den belastar hjärtat optimalt. Arbete med båda benen är ett minimum enligt Michalsik & Bangsbo (2004 s. 59) och intensiteten bör motsvara 60 % av den maximala syreupptagningen eller mer. Då konditionen och Vo_2 -max förbättras ökar även förmågan för att arbeta med hög intensitet under längre tid. Traditionell träning av den aeroba effekten hos en person som inte har tränat så mycket tidigare skall bestå av 30 minuter 3 gånger i veckan under 3-6 månaders tid. Intensiteten på träningen skall motsvara 70 % av Vo_2 -Max. En sådan träning föreslås enligt Michalsik & Bangsbo (2004 s. 64) höja den aeroba effekten med 15-20%. (Michalsik & Bangsbo 2004 s. 59-64)

Uthållighetsträning kan ha flera fysiologiska effekter på kroppen, dessa adaptationer kan bland annat ske inne i muskulaturen, vilket kan leda till en effektivare användning av syre. Adaptioner kan också ske i det kardiovaskulära systemet vilket kan öka cirkulationen till och från musklerna. Den maximala syreupptagningsförmågan som förkortas x påstås av många forskare vara den mätmetoden som lämpar sig bäst för att avgöra en persons kardiorespiratoriska uthållighet. Då syreförbrukningen börjar avta eller når en

plåtå fast träningsintensiteten stiger indikerar detta att Vo2Max har nåtts. (Kenney et al. 2015 s. 262-264) Tidigare forskning har fått resultat där deltagarna har utfört ett 20 veckor långt träningschema, här har en ökning av Vo2Max på 15-20% visats. (Wilmore et al. 1998) I en annan forskning utförde deltagarna cykelträning med en intensitet på 70 % av Vo2Max 5 dagar i veckan i 6 veckor. Resultaten deltagarna fick var en cirka 9 % ökning av Vo2Max ($53 \pm 5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ till $58 \pm 3 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). (Tabata et al. 1996) I en tredje forskning använde studien sig av 4 stycken träningsgrupper. Den första gruppen utförde löpning i 45 minuter med en intensitet på 70 % av maxpulsen. Den andra gruppen utförde löpning i 24,25 minuter med en intensitet på 85 % av maxpulsen. Den tredje gruppen utförde 47 stycken 15 sekunders intervaller med en intensitet på 90-95 % av maxpulsen. Mellan varje set utfördes en aktiv vila på 15 sekunder med en intensitet på 70 % av maxpulsen. Den fjärde gruppen utförde 4 set med 4-minuters intervaller med en intensitet på 90-95 % av maxpulsen. Här använde man sig av 3 minuter aktiv vila med en intensitet på 70 % av maxpulsen. Resultaten studien fick var att grupp 3 och 4 ökade Vo2Max med 5,5 % och 7,2 % respektive. Grupp 1 och 2 visade inga signifikanta ökning. Tränings-tiden bestod av 3 dagar i veckan i 8 veckor. (Helgerud et al. 2007)

Adaptionerna som sker vid en ökning av Vo2Max har att göra med ett flertal faktorer. Som tidigare nämndes bestäms Vo2Max av kroppens förmåga att fördela syre till musklerna och musklernas förmåga att ta upp och använda sig av det transporterade syret. Då träningen ökar i intensitet ökar mängden syre som krävs av musklerna. Därför är det kardiovaskulära systemets förmåga att fördela syre som bestämmer hur högt Vo2Max kan vara. Hjärtats storlek, blodflödet, blodtrycket och blodvolymen kan alla limitera Vo2Max. Vid aerob träning kan hjärtat bli starkare och större vilket i sin tur kan förbättra alla de ovannämnda faktorerna som påverkar Vo2Max. (Kenney et al. 2015 s. 262-264)

Värt att notera är att Vo2Max har visat sig stiga under de första 8 till 12 veckorna av träning för att därefter avta fast intensiteten av träningen ökar. Fast Vo2Max slutar stiga har ändå resultat av ökad prestationsförmåga hos deltagarna uppmärksammats. Antagandet är att deltagarna adapterat och lärt sig att prestera på en högre nivå av deras Vo2Max vilket resulterat i bättre prestationsförmåga. (Kennedy et al. 2015 s. 128)

4.2 Blodflödet

Genom blodet fördelas syret till musklerna så därför är blodflödet och diffusionen mellan blodet och musklerna väldigt viktigt för en bra uthållighetsförmåga. Adaptionerna som uthållighetsträningen har på blodflödet är bland annat ökad mängd kapillärer, bättre användning och rekrytering av redan existerande kapillärer, bättre omfördelning av blodet från inaktiva regioner i kroppen samt en ökad blodvolym. Kapillärmängden ökar vid träning för att kroppen skall kunna öka sitt blodflöde och denna ökning av kapillärer beskrivs vanligtvis som ökningen av mängden kapillärer per muskelfiber. (Kenney et al. 2015 s. 270) Kapillärmängden kan öka med mer än 15 % efter ett 20- veckors uthållighetsträningsschema (Rico-Sanz et al. 2003). Detta har en stor påverkan på bytet av gaser, värme, näring och metaboliska biprodukter mellan blodet och musklerna. (Kenney et al. 2015 s. 273)

4.3 Aerob kapacitet

Den aeroba kapaciteten i sin tur mäter uthålligheten. Med detta menas förmågan att arbeta under en längre tid. Det som påverkar uthålligheten är hur bra en persons förmåga är då hen skall utveckla energi genom aeroba processer under arbete som sträcker sig över en längre tid. De viktigaste komponenterna för uthållighetsförmågan är de lokala förhållandena i skelettmuskulaturen. Dessa är exempelvis antalet kapillärer, aktivitet av oxidativa enzymer samt antalet mitokondrier. Funktionen för dessa komponenter här är att optimera utnyttjandet av näringsämnen, detta innebär att öka fettförbränningen vilket i sin tur sparar på glykogendepåerna. Högre effekt på utnyttjandet av kolhydratslagren ökar förmågan att arbeta submaximalt under en lång tid. (Michalsik & Bangsbo 2004 s. 64)

Träning av den aeroba kapaciteten är inte likadan som träning av Vo_2 -max. Dock finns det enligt Michalsik & Bangsbo (2004 s. 67-69) inte något sätt att direkt träna uthållighet eftersom en ökning av Vo_2 -max, % av Vo_2 -max eller löpekonomin indirekt också ökar uthålligheten. Dessa tre faktorer måste dock tränas lika mycket eftersom en för stor ökning av Vo_2 -max kan hämma uthålligheten om löpekonomin inte utvecklas över huvud taget.

Michalsik & Bangsbo (2004 s. 67-69) skriver att mer fokus har börjat riktas mot förbättring av arbetsekonomin för att förbättra uthålligheten. Detta eftersom det har visat sig gå mycket snabbare att nå maximal Vo₂-max än vad det tar att nå en bra arbetsekonomi. Enligt Michalsik & Bangsbo (2004 s. 67) har forskning även kommit fram till att löpekonomin har förbättrats bäst då idrottaren har utfört träning i backe eller styrketräning som komplement till den vanliga löpträningen. Genom att förbättra styrkan, elasticiteten och rörligheten i de benmuskler som är involverade under löpningen har man även kunnat förbättra löpekonomin. (Michalsik & Bangsbo 2004 s. 67-69)

4.4 Träning av uthållighet

Uthållighet delas in i fyra kategorier. De fyra uthållighetskategorierna är grunduthållighet, fartuthållighet, maxuthållighet och snabbhetsuthållighet och dessa kategorier tränas på olika sätt. Arbetet kommer inte täcka snabbhetsuthållighetsträning eftersom det hör till den anaeroba uthålligheten. Träning av grunduthållighet görs med långa träningar där pulsen hålls väldigt låg. Pulsen skall vid denna träning hållas på cirka 65 % av maxpulsen. Träningen kan utföras som ett enda långt pass men man kan också träna grunduthållighet enligt intervallprincipen. Vid sådana fall skall varje set verka längre än 5 minuter och pauserna mellan skall vara korta. Syftet med denna träning är en snabbare återhämtning. (Michalsik & Bangsbo 2004 s. 143)

Fartuthållighet har som syfte att förbättra den aeroba kapaciteten, med andra ord musklernas förmåga att arbeta under längre tid samt att öka kroppens förmåga att återhämta sig efter hårt arbete. Denna träning utförs med en puls runt 80 % av maxpulsen. Som grunduthållighet kan fartuthållighet tränas kontinuerligt eller som intervallarbete. Vid intervallarbete så skall varje set vara längre än 3 minuter och pauserna skall hållas korta. (Michalsik & Bangsbo 2004 s. 146)

Maxuthållighet tränas med mycket högre puls än vid grunduthållighet och fartuthållighet. Pulsen skall hållas på ca 90 % av maxpulsen. Syftet med denna träning är att öka de maximala aeroba effekterna vilket leder till att kroppen kan arbeta med hög intensitet under en längre tid. Detta har bevisats vara det bästa sättet att träna Vo₂-max på. För att få största möjliga ökning från maxuthållighetsträning skall man utföra träningar som har

en varaktighet på 30-45 minuter med en intensitet mellan 90-100%. Denna träning skall sedan utföras 3-4 gånger i veckan. Träning som denna kan man dock inte utföra under längre perioder eftersom det kan leda till överträning. Maxuthållighet går att tränas både kontinuerligt och med intervaller men med intervaller är det lättare att uppnå en stor total mängd intensivt arbete. (Michalsik & Bangsbo 2004 s. 151)

4.5 Kombination av uthållighetsträning och styrketräning

Tidigare ansåg man att det inte går att öka både muskelstyrkan och uthålligheten på samma gång eftersom träningseffekterna man får från dessa två träningsformer verkar i motsatt riktning. Vad en uthållighetsidrottare inte vill är att muskelmassan skall öka och det är det som högintensiv styrketräning gör vilket leder till att kombinationen tidigare har varit avskräckande. Vad som är fysiologiskt negativt med större muskler är att avståndet mellan kapillärerna runt muskeln in till mitten blir längre. Det är inne i mitten av en muskels celler som mitokondrierna finns. Detta leder till att diffusionsavståndet blir längre och detta gör det svårare för kroppen att transportera bort närings- och avfallsämnen. Till skillnad från styrketräning ökar aerob träning mängden kapillärer vilket istället ökar transporten av närings- och avfallsämnen i musklerna. På grund av dessa faktorer är det väldigt viktigt att om idrottaren vill kombinera styrketräning med sin uthållighetsträning skall styrketräningen vara av sådan form så att den inte ökar muskelmassan men ändå ökar muskelstyrkan. (Michalsik & Bangsbo 2004 s. 236)

För att öka muskelstyrkan utan att öka muskelmassan måste träningen vara sådan så den inriktar sig på att förbättra nervsystemet. Nervsystemet har kontroll över muskelfibrerna så genom att träna upp nervsystemets kontroll över musklerna kan en person bli starkare utan att påverka muskeltillväxten, på så vis kan diffusionsförhållandena mellan blodet och musklerna lämna oförändrat. Styrka som denna kallas vanligtvis explosiv muskelstyrka och utförs med träning som innefattar få repetitioner och tung belastning. En variation är också att utföra 10-15 repetitioner med låg vikt och med snabbt utförande. Explosiv styrketräning bör också utföras först efter en längre period av grundläggande styrketräning för att muskler, senor och ligament har tid att vänja sig vid träningsbelastningen. (Michalsik & Bangsbo 2004 s. 236-237) Enligt American college of sports medicine (2009 s. 687-708) skall en person som tränare på en hög nivå utföra träning som se rut så

här för att öka sin explosiva styrka, intensiteten skall vara 85-100 % av 1 RM, repetitionsmängden skall vara 1-6 gånger med 3-6 set. Repetitionerna skall utföras snabbt och denna träning kan upprepas 4-5 gånger i veckan. (American college of sports medicine 2009 s. 687-708)

5 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNING

Syftet med denna studie är att ta reda på vilket sätt ocklusionsträning påverkar uthållighetsutförandet hos uthållighetsidrottare. Anledningen till att denna studie utförs är eftersom att jag vill ta reda på om uthållighetsidrottare har fördel av att involvera ocklusionsträning i sin styrketräning.

Frågeställningen jag kommer utgå från är ”Hurudan inverkan på uthålligheten har ocklusionsträning jämfört med traditionella träningsmetoder hos uthållighetsidrottare?”.

6 METODIK

6.1 Systematisk litteraturstudie

Syftet med en systematisk litteraturstudie är att på ett systematiskt sätt söka litteratur samt kritiskt granska och sammanställa den. Detta görs inom ett valt ämne man tidigare har bestämt. Vid början av en systematisk litteraturstudie utgår man från en fråga som skall vara tydligt formulerad och som därefter besvaras systematiskt genom att identifiera, välja, värdera och analysera relevant forskning. (Forsberg & Wengström 2003 s.26)

Enligt Forsberg och Wengström (2003) finns det ett antal kriterier för att en litteraturstudie skall räknas som systematisk. För det första bör frågeställningen samt syftet vara klart formulerat. I arbetet skall det finnas frågor som går att besvaras samt en plan över hur litteraturstudien skall utföras. Då detta är bestämt skall sökord och strategi för sökningen bestämmas och därefter skall litteratur i form av vetenskapliga artiklar och rapporter både identifieras och väljas ut. Då all litteratur har blivit vald skall den kritiskt värderas samt kvalitetsbedömas och när detta är gjort har man valt ut vilken litteratur man tar med i sitt slutliga arbete. Efter att alla dessa steg har blivit utförda skall materialet och resultaten

analyseras och diskuteras. Slutligen sammanställer man allting och drar en slutsats. (Forsberg & Wengström 2003 s. 35)

6.2 Inklusions- och exklusionskriterier

Enligt Forsberg och Wengström (2003) är det väldigt viktigt att inklusions- och exklusionskriterierna är väldigt tydliga så att bedömningen av studierna som blir valda görs ordentligt samt att så mycket relevant forskning som möjligt blir inkluderad. (Forsberg & Wengström 2003 s. 26-31)

Studien kommer att handla om ocklusionsträningens effekter på uthållighetsutförandet. De valda databaserna som blivit valda är PubMed, SportDiscus och ScienceDirect. PubMed är enligt Forsberg & Wengström (2003 s. 82) en bred databas som täcker medicin, omvårdnad och odontologi. De andra två databaserna är rekommenderade åt skribenten så därför anser skribenten att SportDiscus och ScienceDirect passar bra åt denna studie.

De inklusionskriterier som blivit bestämda för denna studie är att artiklarna skall vara publicerade mellan 2000 och 2018 för att få så tillräckligt nya och relevanta forskningar som möjligt. Gällande språk så skall artiklarna vara skrivna på engelska eller svenska, dessa tre databaser har dock endast artiklar på engelska. Artiklarna skall komma från journaler av vetenskaplig form eftersom skribenten vill ha så vetenskapliga artiklar som möjligt. Förutom dessa krav så skall alla artiklar beröra ämnet ocklusionsträning. Artiklarna skall också erbjuda någonting som kan länkas ihop med uthållighetsfaktorer. Artiklarna måste inte kunna laddas ner men skribenten måste kunna öppna hela texten av en vald artikel. Dessa krav kallar skribenten för "krav A" och detta är kraven som sökningen kommer grunda sig på.

Inklusionskriterier:

- Krav A
 - Skriven mellan 2000-2018
 - Artiklarnas språk: Svenska och engelska
 - Typ av källa: Akademisk journal
 - Måste kunna öppna artiklarna i fulltext

- Måste beröra ocklusionsträning
- Måste beröra uthållighetsfaktorer

Studien kommer exkludera artiklar som är skrivna före år 2000 eftersom forskningen har gått väldigt snabbt framåt inom ämnet som behandlas vilket leder till att gammal forskning kan vara motbevisad. Artiklar skrivna på andra språk än svenska och engelska har också lämnats bort samt artiklar som inte är utgivna som akademiska journaler. Artiklar som skribenten inte har tillgång till att öppna som fulltext med Arcadas licenser har också lämnats bort. Artiklar som inte berör ämnet ocklusionsträning har inte heller tagits med i studien. Nedan följer exklusionskriterierna som skribenten har bestämt

Exklusionskriterier:

- Artiklar skrivna före år 2000
- Artiklar på andra språk än svenska och engelska
- Artiklar som inte är utgivna som akademiska journaler
- Artiklar som skribenten inte kan öppna i fulltext med Arcadas licenser
- Artiklar som inte berör ocklusionsträning

6.3 Urval

Det första urvalet av artiklar och rapporter måste beskrivas och därefter måste en motivation ges bakom valet av tillvägagångssätt. Frågor som skall besvaras enligt Forsberg och Wengström (2003 s. 88) är ”Varför valdes just dessa artiklar och/eller rapporter?” och ”Varför detta antal”. Under rubriken ”Metodik” skall det redovisa vilka databaser, sökord eller frågeställningar som har använts. Förutom det skall det även framkomma vilka publiceringsår sökningen omfattar samt vilka avgränsningar som har gjorts vid sökning av källor. Andra källor som skall ingå är uppgifter om sökord, databaser, hur stort utfall sökningen gav, urval och hur artiklarna har värderats. (Forsberg och Wengström 2003 s. 88)

I denna studie har 4 sökord använts.

- PubMed
 - Blood flow restriction, vascular occlusion training, aerobic, endurance

- SportDiscus
 - Blood flow restriction, vascular occlusion training, aerobic, endurance
- ScienceDirect
 - Blood flow restriction, vascular occlusion training, aerobic, endurance

Orsaken till varför "aerobic" och "endurance" används istället för "aerobic training" och "endurance training" är eftersom vid användning av "aerobic training" och "endurance training" som sökord hittas forskningar som har forskat inom aerobisk träning samt uthållighetsträning. Detta är teman skribenten inte är intresserad av utan han är intresserad av endast aerobiska effekter samt uthållighetsaspekter och dessa hittas enklast genom att exkludera ordet "training" vid sökningen.

6.4 Booleska operatörer

Booleska operatörer är något skribenten har använt sig av. De booleska operatörerna som använts är "AND" och "OR". Den booleska operatören "AND" hjälper till att hitta artiklar och referenser som innehåller båda sökorden som skribenten har lagt in i sökfältet. Det går även att ha fler än två sökord då man söker med operatören "AND". På detta sätt kan man minska sökningen och få mer specifika resultat. Vill man ha ett bredare resultat kan man använda sig av operatören "OR". Med "OR" söker sökmotorn efter referenser som innehåller det ena *eller* det andra sökordet. Även här kan man använda fler än två sökord. Den tredje booleska operatören är "NOT" och den används för att hitta sökord A *men inte* sökord B, denna kombination begränsar också sökningen. (Forsberg & Wengström 2003 s. 86) Här under presenteras tabeller över hur många träffar sökningarna har fått med de booleska operatörerna i kombination med inklusionskriterierna från krav A.

Tabell 1: Träffar i databasen PubMed (litteratursökning gjord 19.01.2018)

| Nr | Sökord | Antal träffar (Med A kraven) |
|----|-----------------------------|------------------------------|
| 1 | Blood flow restriction | 64 |
| 2 | Vascular occlusion training | 3 |
| 3 | Aero-bic | 15097 |
| 4 | Endurance | 5869 |
| 5 | 1 AND 3 | 9 |
| 6 | 1 AND 4 | 5 |
| 7 | 2 AND 3 | 1 |
| 8 | 2 AND 4 | 0 |
| 9 | 1 AND 3 AND 4 | 0 |
| 10 | 2 AND 3 AND 4 | 0 |

Tabell 2: Träffar i databasen SportDiscus (litteratursökning gjord 19.01.2018)

| Nr | Sökord | Antal träffar (Med A kraven) |
|----|-----------------------------|------------------------------|
| 1 | Blood flow restriction | 95 |
| 2 | Vascular occlusion training | 61 |
| 3 | Aero-bic | 4528 |
| 4 | Endurance | 4473 |
| 5 | 1 AND 3 | 13 |
| 6 | 1 AND 4 | 15 |
| 7 | 2 AND 3 | 5 |
| 8 | 2 AND 4 | 9 |
| 9 | 1 AND 3 AND 4 | 2 |
| 10 | 2 AND 3 AND 4 | 0 |

Tabell 3: Träffar i databasen ScienceDirect (litteratursökning gjord 19.01.2018)

| Nr | Sökord | Antal träffar (Med A kraven) |
|----|-----------------------------|------------------------------|
| 1 | Blood flow restriction | 153 |
| 2 | Vascular occlusion training | 1 |
| 3 | Aero-bic | 125 657 |
| 4 | Endurance | 41 846 |
| 5 | 1 AND 3 | 32 |
| 6 | 1 AND 4 | 26 |
| 7 | 2 AND 3 | 0 |
| 8 | 2 AND 4 | 0 |
| 9 | 1 AND 3 AND 4 | 14 |
| 10 | 2 AND 3 AND 4 | 0 |

För att göra urvalet av vilka artiklar som skulle vidare till kvalitetsgranskningen har artiklarnas titlar granskats och jämförts, abstrakten har blivit lästa och som sista punkt har hela artikeln blivit läst. Alla artiklars abstrakt har blivit lästa. I databasen PubMed gällde detta för sökordskombination 2, 5, 6 och 7, i SportsDiscus från sökordskombination 5 och neråt och i ScienceDirect från sökordskombination 5 och neråt. Genom att läsa rubrik, abstrakt och hel text finns det 3 chanser då en artikel kan uteslutas. Denna process tog fram 23 artiklar till kvalitetsgranskningen.

6.5 Kvalitetsgranskning

En viktig del vid presentation av en litteraturstudie enligt Forsberg och Wenström (2003 s. 157) är att man redovisar hur fältarbetet har gjorts. Med detta innebär att man skall redovisa resultatet av databassökningen och den manuella sökningen, man skall även redovisa litteratur som inte tagits med i studien. För att redovisa resultatet av databassökningen skall man genom tabell eller dylikt ange hur många träffar man har fått på sina sökord i respektive databas. Den manuella sökningen redovisas genom att presentera hur

många artiklar man hittade. Litteratur som inte valts kan man ange genom att presentera hur många träffar man fick i databaserna och därefter presentera hur man kvalitetsgranskade bort de artiklar som inte blivit angivna.

Kvalitetsgranskningen i detta arbete har utförts enligt Forsberg och Wengströms (2003 s. 119) modell. Alla artiklar bedöms på skalan 1-3 där 1=hög och 3=låg kvalitet. Artiklarna inkluderas om de får kvaliteten 1-2 och exkluderas om kvaliteten är 3. För att kunna bestämma kvaliteten på studierna har Forsberg och Wengström (2003 s. 118-121) presenterat en metod. Man skall ställa artiklarna vissa frågor (se bilagor) som man skall kunna svara ”ja” eller ”nej” på. För varje ”ja” en artikel får tilldelas den ett poäng. Sammanlagt har 8 frågor ställts, fick artikeln 8 poäng (maximalt) har artikeln kvalitets bedömts till 1. Fick artikeln 7 poäng fick den kvaliteten 2. Alla artiklar som fick mindre än 7 poäng fick bedömningen 3 och exkluderades från arbetet. Alla frågor hittas i bilaga 1.

Efter att kvalitetsgranskningen var gjord har alla artiklar med betyget 3 exkluderats från studien och kvar har lämnat 15 stycken artiklar av de 23 som granskades.

Tabell 4: Kvalitetsgranskning

| Nr | Författare (publiceringsår) | Rubrik | Kvalitet |
|-----------|--|--|-----------------|
| 1 | Sprick et al. (2015) | The effects of vascular occlusion training on respiratory exchange ratio and energy expenditure when coupled with cardiovascular training. | 3 |
| 2 | Horiuchi & Okita (2012) | Blood flow restricted exercise and vascular function. | 2 |
| 3 | Renzi et al. (2010) | Effects of leg blood flow restriction during walking on cardiovascular function. | 2 |
| 4 | Taylor et al. (2016) | Acute and chronic effect of spring interval training combined with post exercise blood flow restriction in trained individuals. | 1 |

| | | | |
|----|-------------------------------|--|---|
| 5 | Abe et al. (2010) | Effects of low intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and Vo2Max in young men. | 2 |
| 6 | May et al. (2017) | Hemodynamic responses are reduced with aerobic compared with resistance blood flow restriction exercise. | 3 |
| 7 | Ganesan et al. (2015) | Effect of blood flow restriction tissue oxygenation during knee extension. | 3 |
| 8 | Sousa et al. (2017) | Effects of strength training with blood flow restriction on torque, muscle activation and local muscular endurance in healthy subjects. | 1 |
| 9 | Kubo et al. (2006) | Effects of low load resistance training with vascular occlusion on the mechanical properties of muscle and tendon. | 2 |
| 10 | Oliveira et al. (2016) | Short term low intensity blood flow restricted interval training improves both aerobic fitness and muscle strength. | 1 |
| 11 | Bulhões Corvino et al. (2014) | Four weeks of blood flow restricted training increases time to exhaustion at severe intensity cycling exercise. | 2 |
| 12 | Bunevicius et al. (2018) | Blood flow restriction late in recovery after heavy Resistance exercise hampers muscle recuperation. | 3 |
| 13 | Evans et al. (2010) | Short term resistance training with blood flow restriction enhances microvascular filtration capacity of human calf muscles. | 2 |
| 14 | Lamberts et al. (2014) | Impairment of a 40 km time trial performance but not peak power output with external Iliac Kinking: A case study in a world class cyclist. | 3 |
| 15 | Mueller et al. (2014) | High load resistance exercise with superimposed vibration and vascular occlusion increases critical power, capillaries and lean mass in endurance trained men. | 1 |
| 16 | Takarada et al. (2002) | Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. | 2 |

| | | | |
|----|-----------------------------|---|---|
| 17 | Teramoto et al. (2006) | Low intensity exercise, vascular occlusion and muscular adaptations. | 3 |
| 18 | Andrew et al. (2016) | Exercise training with blood flow restriction has little effect on muscular strength and does not change IGF-1 in fit military warfighters. | 2 |
| 19 | Manimmanakorn et al. (2013) | Effects of low load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes. | 1 |
| 20 | Brendan et al. (2016) | Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. | 3 |
| 21 | Grgic et al. (2018) | Inducing hypertrophic effects of type I skeletal muscle fibers: A hypothetical role of time under tension in resistance training aimed at muscular hypertrophy. | 3 |
| 22 | Sumide et al. (2009) | Effect of resistance exercise training combined with relatively low vascular occlusion. | 2 |
| 23 | Paton et al. (2017) | The effects of muscle blood flow restriction during running training on measures of aerobic capacity and run time to exhaustion. | 1 |

6.6 Metodiksammanfattning

Ovanför har resultaten från kvalitetsgranskningen presenterats i en tabell som är gjord enligt Forsberg och Wengströms (2003 s. 158-159) anvisningar. Denna tabell kan innehålla författaren, området, designen samt hur högt bevisvärdet är (högt, medel eller lågt). Därefter skall varje artikel som tog sig igenom kvalitetsgranskningen presenteras i en mer detaljerad tabell. Här skriver Forsberg och Wengström (2003 s. 158-159) att man kan inkludera innehåll som behandlar författare, titel, undersökningens frågeställning, design, bortfall, datainsamlingsmetoder, publicerings år, urval, resultat och slutsatser.

Alla forskningar förutom en forskning som presenteras i resultattabellen är av typen experimentstudie vilket betyder att alla andra forskningar utförde träning av någon sort på

sina testdeltagare för att få fram ett resultat. Studien som inte var av designen experimentell design var Horiuchi & Okitas (2012) studie som var av designen systematisk litteraturstudie. Den systematiska litteraturstudien hade endast 2 källor som också inkluderats här av de 184 källor som den innehöll.

6.7 ETIK

Vad som faller inom ramarna för etik i detta arbete är att mina källor är trovärdiga och att forskningarna är kritiskt granskade och når standarderna satta i boken "Forskningsgranskning" som är skriven av Forsberg & Wengström år 2014. För övrigt kommer arbetet följa "god vetenskaplig praxis" anvisningarna som reviderats fram av den finländska forskningsetiska delegationen TENK i samråd med det finländska vetenskapssamfundet (tenk.fi). Till god vetenskaplig praxis hör bl.a. att man skall vara ärlig med hur man utför sina undersökningar, dokumenteringar och presentationer av data, man skall även vara öppen vid publicering av sina resultat. På samma gång måste man se till att arbetet utförs på ett sådant sätt så att dataansaffnings-, undersöknings-, och bedömningsmetoder hålls etiskt korrekta. Jag kommer ta hänsyn till alla punkter som kan hittas i strukturen "god vetenskaplig praxis" och på så vis hålla arbetet etiskt hållbart. Förutom det kommer jag vara helt objektiv till resultaten som studien ger för att kunna analysera och presentera dem utan vinkling.

7 RESULTAT

Skribenten har valt att bygga upp resultattabellen med en struktur som innefattar rubrikernas nummer, syfte, urval, metod och resultat. I tabellen kommer 15 stycken studier att behandlas. De mest centrala resultat som kom fram behandlar förändringar i uthållighet, styrka, Vo2Max och hypertrofi. I tabellen refereras ocklusionsträning som "OT" för att spara utrymme i tabellrutorna.

| Nr | Studiens namn och skribent | Syfte | Urval | Metod | Resultat |
|----|---|---|--|---|--|
| 1 | Blood flow restricted exercise and vascular function. Horiuchi & Okita (2012) | Jämföra OT påverkan på vaskulära funktioner i jämförelse med aerobisk- och styrketräning | Studier som behandlat OT och träning med vaskulär ocklusion. | Systematisk litteraturstudie. 160 studier användes. Studiernas utgivningsår låg mellan 2000-2012 med några artiklar som sträckte sig ner till 1975. | Forskningen kom fram till att OT kan öka hypertrofin och muskelstyrkan utan att sänka arteriella funktioner. Dock var de positiva resultaten på endoteliska funktioner inte tillräckligt konsekventa för att kunna dra en ordentlig slutsats. Vidare forskning behövs. |
| 2 | Effects of leg blood flow restriction during walking on cardiovascular function. Renzi et al. (2010) | Bestämma effekterna av att kombinera OT och lågintensitets gångträning på kardiovaskulära | 17 frivilliga personer. Medelåldern 26 år +/-1 år. | Experimentstudie: 5 set av 2 minuters gång på löpband med en hastighet på 3km/h med 1 minuters intervall med eller utan OT på båda låren. | OT kräver större hjärtarbete och sänker endoteliska funktioner. OT kan vara riskabelt för personer med försämrade hjärttillstånd. |

| | | | | | |
|---|---|--|--|---|--|
| | | funktioner hos unga män med bra hälsa. | | Denna studie utfördes som ett engångstest. | |
| 3 | Acute and chronic effect of spring interval training combined with post exercise blood flow restriction in trained individuals. Taylor et al. (2016) | Ta reda på om kombinationen av sprintintervaller och blodflödesrestriktion efter träningen förbättrar den maximala aeroba fysiologin och prestationen hos tränade individer. | 28 frivilliga män som cyklar 120+-66km per vecka. | Experimentstudie: 4 veckor sprintintervall träning, 2 träningar per vecka. Träningen bestod av 4 stycken 30 sekunders maximala cykelsprinter med 1 sets progression per vecka. Vilan mellan varje set var 4,5 minuter där OT-gruppen hade kuffar med 130 mmHg tryck på sig de första 2 minuterna. | Denna studie fick fram resultat om ökat Vo2Max (4,5 %, P=0,01) hos gruppen som kombinerade ocklusion och intervaller. Denna ökning förändrade dock inte prestationsförmågan. Kontrollgruppen förblev oförändrad. Studien visar även att ocklusion kombinerat med intervaller förbättrar utsöndring av faktor-1a mRNA. Studien tolkade detta som något som teoretiskt sett kan leda till bl.a. ökad kapillärtillväxt. |
| 4 | Effects of low intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and | Studiens mål var att utreda resultaten av lågintensitets träning i kombination med OT på | 19 frivilliga unga män i åldern 20-26 år. Männerna var fysiskt aktiva. | Experimentstudie: 3 pass per vecka i 8 veckor. OT-gruppen utförde 15 minuter cykling med en intensitet på 40% av Vo2Max. Kontrollgruppen utförde 45 minuters cykling med | OT-gruppen ökade muskelvolym i lår och quadricepsmusklerna med 3,4 % för lår och 4,6 % för quadriceps (P <0,01), isometrisk knäextensionsstyrka med 7,7 % (P<0,10), Vo2Max med 6,4 % (P<0,05) och tid till utmattning med 15,4% (P<0,01). Inga förändringar inträffade för kontrollgruppen. Detta tyder enligt |

| | | | | | |
|---|--|---|---|---|--|
| | Vo2Max in young men. Abe et al. (2010) | muskelstorlek, muskelstyrka och Vo2Max hos unga män. | | samma intensitet. OT-gruppen använde sig av 160 mmHg tryck runt båda benen den första dagen och vid slutet av perioden hade ett tryck på 210 mmHg nåtts. | forskarna på att lågintensitetsträning under kort tid med cykel kombinerat med ocklusion kan öka både muskelhypertrofi, styrka samt aeroba kapaciteter hos unga män. |
| 5 | Effects of strength training with blood flow restriction on torque, muscle activation and local muscular endurance in healthy subjects. Sousa et al. (2017) | Studien syfte var att analysera effekten av 6 veckor styrketräning med och utan ocklusion på vridkraft, muskelaktivering och lokal muskeluthållighet. | 37 unga män. Männen skulle vara otränade inom styrketräning i minst 6 månader och mellan 18-30 år med god hälsa. | Experimentstudie: Träningen utfördes 2 gånger i veckan i 6 veckor. Övningen var unilateral knäextension. 4 grupper: a) Högintensitet (80 % av 1RM) b) Lågintensitet med ocklusion (30 % av 1RM) c) Högintensitet kombinerat med lågintensitet med ocklusion d) Lågintensitet (30% av 1RM). Alla grupper utförde 4 set till koncentrisk fail. | Studien visar resultat på att lågintensitetsträning med ocklusion över 6 veckor ökar lokal muskeluthållighet och isometrisk vridkraft samt sänker muskelutmattningen med värden som närmar sig de värden högintensitetsträning uppnår. Gruppen som endast utförde lågintensiv träning nådde inte upp till lika goda resultat som de tre andra grupperna. |
| 6 | Effects of low load resistance training with vascular occlusion | Studiens mål var att ta reda på effekten av lågintensiv OT på spänningen i vastus lateralis | 9 stycken män med medelåldern 25+-2 år. | Experimentstudie: Det ena benet tränades med ocklusion med en intensitet på 20 % av 1RM under 4 set. Repetitionsmängden var 25, 18, 15 och | Båda träningsformerna ökade maximala isometriska knäextensionsvridkraften samt muskelvolymen i quadriceps femoris. Spänningen i vastus lateralis förblev oförändrad i benet som utförde OT medan högintensiv- |

| | | | | | |
|---|--|---|---|--|--|
| | <p>sion on the mechanical properties of muscle and tendon.</p> <p>Kubo et al. (2006)</p> | <p>samt spänningen i muskelns senor.</p> | | <p>12 stycken under de 4 setten. Vila mellan varje set var 30 sekunder.</p> <p>Det andra benet tränades högintensivt med en intensitet på 80 % av 1RM med 1 minuts vila. Träningen pågick i 12 veckor med träning 3 dagar i veckan. Övningen som utfördes var knäextensioner.</p> | <p>gruppen fick en 5,5 % (P=0,018) ökad spänning. OT förändrade inte heller senornas spänning medan den högintensiva träningen gjorde det.</p> |
| 7 | <p>Short term low intensity blood flow restricted interval training improves both aerobic fitness and muscle strength.</p> <p>Oliveira et al. (2016)</p> | <p>Studien ville analysera och jämföra effekten av fyra olika intervallträningar på den aeroba konditionen och muskelstyrkan.</p> | <p>37 deltagare med en medelålder på 23,8 år.</p> | <p>Experimentstudie: 4 studiegrupper. Lågintensitets intervallträning med ocklusion och en grupp utan. Högintensitets intervallträning och en kombinerad grupp med både högintensitets och lågintensitets OT. Alla lågintensitetsgrupper utförde cykelträning 2 set 5 repetitioner den första veckan varpå 1 repetition per set lades till varje vecka. Varje repetition varade i 2 minuter + 1 minut passiv</p> | <p>Alla grupper höjde sin anaeroba tröskel dock ökade endast Vo2Max och Pmax för grupperna som utförde OT och högintensitetsgruppen. OT gruppen ökade Vo2Max med 5,6 % (±4,2%) och Pmax med 11,7 % (±4,7 %). Högintensitetsgruppen ökade Vo2Max med 9,2 % (±6,5%) och Pmax med 15 % (±4,5 %). Gruppen som blandade OT och högintensitetsträning ökade Vo2Max med 6,5 % (±5,5 %) och Pmax med 10,9 % (±4,5 %). Den lågintensiva gruppen lämnade oförändrad.</p> |

| | | | | | |
|---|--|--|--|--|---|
| | | | | <p>vila. Vilan mellan varje set var 3 minuter aktiv vila + 2 minuter passiv vila. För högintensitetsgruppen började varje repetition på 110 % av Pmax med en sänkning av 5% var trettionde sekund ända ner till 95%. Träningsstiden var 4 veckor.</p> | <p>Styrkan ökade endast efter OT, 11,4 % ($\pm 7,3$ %). Dessa resultat skriver studien att tyder på att lågintensitets intervall-träning med ocklusion kan både öka aeroba konditionen samt muskelstyrka.</p> |
| 8 | <p>Four weeks of blood flow restricted training increases time to exhaustion at severe intensity cycling exercise. Bulhões Corvino et al. (2014)</p> | <p>Studien strävade efter att bestämma vilken effekt 4 veckors lågintensitets OT har på tid till utmattning.</p> | <p>13 fysiskt aktiva personer med medelålder på 23 år.</p> | <p>Experimentstudie: De två grupperna utförde 3 träningar i veckan i 4 veckor. De utförde 2 set med 5-8 repetitioner med en intensitet på 30 % av Pmax. Varje repetition bestod av 2 minuters intervall på cykel. Vilan mellan varje repetition var 1 minut passiv vila. Efter varje träningsvecka lade man till 1 repetition. Vilan mellan varje set var 3 minuter aktiv vila + 2 minuter passiv vila. Ocklusionsgruppen hade första veckan ett tryck</p> | <p>Resultatet man fick var att OT-gruppen ökade tid till utmattning vid ett test där de skulle cykla så länge de kunde med en arbetskraft på 110 % av Pmax. Ökningen för ocklusionsgruppen var 236 \pm 24 sekunder före träningens början och 338 \pm 76 sekunder vid det sista testet. Resultaten tyder på enligt forsarna i studien på att de ökade metabola och fysiologiska påfrestningarna ocklusion för med sig satte igång de adaptiva reaktionerna som ökade tid till utmattning.</p> |

| | | | | | |
|----|---|---|----------------------------------|---|--|
| | | | | på 140 mmHg och ökade varje vecka med 20 mmHg. | |
| 9 | Short term resistance training with blood flow restriction enhances microvascular filtration capacity of human calf muscles. Evans et al. (2010) | Studiens syfte var att utreda effekten av vaskulär ocklusion på vadens kapacitet för diffusion under kortvarig lågintensiv styrketräning av triceps surae. | 9 stycken unga hälsosamma män. | Experimentstudie: 3 pass per vecka i 4 veckor, träningspassen bestod av 4 set med 50 vadpressar med 1 minuts vila mellan varje set. Båda benen utförde samma träning men ett ben hade ocklusion med ett tryck 150 mmHg som tömdes mellan varje set. | För det benet som hade ocklusionstryck ökade blodfiltreringen i vaden med 26 % ($3,64 \pm 0,24$ ml före och $4,56 \pm 0,30$ ml efter) och muskelstyrkan ökade med 18 % (1340 ± 93 N före och 1555 ± 72 N efter). Ingen förändring i vadmuskelnns trötthet eller vilopuls. Ingen förändring skedde i benet utan ocklusion. Styrketräning har visat sig öka diffusionen vilket ocklusionsrestriktion vidare förbättrar. Detta kan vara en följd av ökad kapillärmängd. |
| 10 | High load resistance exercise with superimposed vibration and vascular occlusion increases critical power, capillaries and lean mass in endurance trained men. Mueller et al. (2014) | Studien testade om styrketräning kombinerat med helkroppsvibrering (vibroX) och vaskulär ocklusion skulle förbättra uthålligheten för en maximalprestation, ökning av kapillärmängd | 21 unga uthållighetstränade män. | Experimentstudie: 2 träningar i veckan med 2 set knäböj under de första 4 veckorna och 3 set under de kvarvarande veckorna. Båda grupperna utförde knäböj med ett motstånd på 70 % av 1RM tills muskulär utmattning. Tiden på varje set skulle vara mellan 60-100 sekunder så vikten sänktes med cirka 10 % efter | Gruppen som använde sig av vibroX och ocklusion ökade den maximala kritiska kraftuthålligheten, kapillär till fiber förhållandet ($8,2 \% \pm 6,8 \%$) och lårens muskelmassa ($3,1 \% \pm 1,7 \%$). Ökning av MyHC-1 och MyHC-2 muskelfibrernas tvärsnittsyta i låren ökade med 24,7 % ($\pm 19,9 \%$) och 22,2 % ($\pm 16,5 \%$). Resultaten som sågs i kontrollgruppen var väldigt låga, 1,2 % ($\pm 2,0 \%$) för muskelmassan, -1,0 % ($\pm 7,2 \%$) för kapillär till fiber förhållandet och 3,6 % ($\pm 28,2 \%$) samt 14,9% ($\pm 29,1 \%$) |

| | | | | | |
|----|--|--|--|---|--|
| | | och ökning av myofibrillernas storlek. | | varje set. Båda grupperna utförde samma träning. OT-gruppen använde sig av ocklusion vid låren med ett tryck på 200 mmHg och en vibrationsplatta med en kraft på 30 Hz. | för ökningen av MyHC-1 och MyHC-2 muskelfibrernas tvärsnittsytta. |
| 11 | Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. Takarada et al. (2002) | Studien forskade vilka långvariga effekter man kan få från lågintensitets OT hos vältränade atleter. | 17 stycken elit rugbyspelare deltog i studien. | Experimentstudie: En lågintensitets OT-grupp, en lågintensitetsgrupp och en kontrollgrupp som inte tränade alls. De båda lågintensitetsgrupperna utförde bilaterala knäextensioner. Träningen bestod av 2 gånger i veckan i 8 veckor och deltagarna utförde 4 set av 30 sekunders arbete med en intensitet på 50 % av 1RM. OT-gruppen använde sig av ett ocklusionstryck på cirka 200 mmHg. | Resultaten forskarna fick fram var en stor ökning av isometrisk styrka 14,3 τ (2,0 %) till skillnad från de två andra grupperna. Tvärsnittsytan på knäextensorerna ökade också för OT-gruppen vilket man trodde kunde vara anledningen av muskeltillväxten. Även uthålligheten i knäextensorerna ökade för OT-gruppen. Den andra lågintensitetsgruppen och kontrollgruppen såg inga märkvärdiga ökningarna i något av testerna. |
| 12 | Exercise training with blood flow restriction has little effect on muscular | Studiens syfte var att ta reda på om aerob OT i kombination med det | Amerikanska elitsoldater från marinen (18 stycken) | Experimentstudie: 20 träningspass genomfördes och varje pass innehöll 20 minuters träning på en crosstrainer följt av 30 minuters passiv vila. | Forskningen kom fram till att 20 dagar av lågintensitets OT i kombination med ett vanligt träningsprotokoll inte ökar muskulär styrka och inte förändrar tillväxthormonstillgången. |

| | | | | | |
|----|--|--|---|---|---|
| | <p>strength and does not change IGF-1 in fit military warfighters. Andrew et al. (2016)</p> | <p>vanliga fysiska träningsschemat elitsoldater utför kunde öka markörer för aerobisk kondition.</p> | <p>med en medelålder på 36,8 år.</p> | <p>Varje 20 minuter innehöll 5 minuters uppvärmning på (< 100 W), 10 minuter medelintensitet (100-150 W). Därefter följde 5 stycken 20 sekunders sprinter som separerades med 40 sekunder aktiv vila (<100 W). Trycket som användes för ocklusionen var 60-80 mmHg.</p> | |
| 13 | <p>Effects of low load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes. Manimmanakorn et al. (2013)</p> | <p>Forskningens syfte var att ta reda på effekten av OT kombinerat med lågintensitets styrketräning på muskelstyrka och uthållighet.</p> | <p>30 stycken kvinnliga vältränade basketspelare.</p> | <p>Experimentstudie: 3 träningspass per vecka i 5 veckor utfördes. Varje träning bestod av 3 set knäextensioner följt av 3 set knäflexioner tills muskulär fail. Varje set hade 30 sekunder vila och det var 2 minuter vila mellan övningarna. Intensiteten var 20 % av 1RM. Den första gruppen använde sig av ett ocklusionstryck på 230 mmHg runt låret. Den andra gruppen använde sig av hypoxisk luft och den</p> | <p>Studien kom fram till att både ocklusionsgruppen och hypoxigruppen ökade muskelstyrkan och uthålligheten lika bra som kontrollgruppen. Dock verkade ocklusionsträningen ge de adaptationer som mest främjade prestationsförmågan för basketspelarna.</p> |

| | | | | | |
|----|---|---|---|--|---|
| | | | | tredje gruppen hade inga extra stimuli. | |
| 14 | Effect of resistance exercise training combined with relatively low vascular occlusion. Sumide et al. (2009) | Studien ville ta reda på det optimala trycket man skall ha för att öka muskelstyrka och uthållighet. | 21 stycken otränade men hälsosamma unga män med en medelålder på 22,1 år. | Experimentstudie: 4 grupper: a) 0 mmHg b) 50 mmHg c) 150 mmHg d) 250 mmHg. Alla grupper tränade 3 gånger i veckan i 8 veckor. Intensiteten som användes var cirka 20 % av 1RM. | Resultaten som denna studie fick fram var att styrketräning med lågt vaskulärt tryck (grupp b och c) är potentiellt bra för att öka muskelstyrka och uthållighet utan obehag. |
| 15 | The effects of muscle blood flow restriction during running training on measures of aerobic capacity and run time to exhaustion. Paton et al. (2017) | Syftet med studien var att ta reda på effekten av löpträning utförd med och utan ocklusion på fysiologi och prestation. | 16 stycken personer med medelåldern 24,9 delades in i en kontrollgrupp eller en OT-grupp. | Experimentstudie: 8 stycken träningspass som bestod av att progressivt öka volymen av 30 sekunders sprinter med en intensitet på 80 % av topphastigheten. | OT-gruppen (6,3 %+-3,5 %) och kontrollgruppen (4,0 %+-3,3 %) ökade Vo2Max. Båda grupperna ökade topphastigheten lite med en lite bättre ökning för OT-gruppen. Löpekonomin ökade endast för OT-gruppen. Tid till utmattning ökade för OT-gruppen med 27 %+-9 % och för kontrollgruppen med 17 %+-6 %. |

Ocklusionsträningens effekter kommer här delas in i muskulär uthållighet, muskulär styrka, hypertrofi, förändringar i Vo2Max samt ett stycke med andra intressanta upptäckter.

7.1 Effekt på muskulär uthållighet

Denna studie fick fram resultat som demonstrerar att ocklusionsträning i samband med olika träningsformer ökar tid till utmattning i de arbetande musklerna mer än träning utan ocklusion. Abe et al. (2010), Bulhões Corvino et al. (2014), Takarada et al. (2002) och Paton et al. (2017) fick alla resultat som tydde på att ocklusionsträning ökar tid till utmattning mer än kontrollgrupperna man använde sig av. Av dessa använde sig 3 av forskningarna (Abe et al. 2010, Bulhões Corvino et al. 2014 & Takarada et al. 2002) sig av lågintensitetsträning medan Paton et al. (2017) använde sig av högintensitetsträning. Manimmanakorn et al. (2013) fick likadana resultat angående muskulär uthållighet mellan både ocklusionsgruppen och kontrollgruppen men prestationsförmågan hos ocklusionsgruppens deltagare främjades mer än för kontrollgruppens deltagare.

Alla studier förutom Paton et al. (2017) använde sig av låg intensitet i kombination med ocklusion i sina studier. Längden på studierna varierade från sammanlagt 8 träningspass (Paton et al. 2017) till 8 veckor (Abe et al. 2010; Mueller et al. 2014; Takarada et al. 2002 & Sumide et al. 2009). Träningsfrekvensen per vecka varierade mellan 2-3 pass. Alla studier som utförde några som helst test för att bestämma en förändring angående muskeluthållighet (Paton et al. 2017; Abe et al. 2010; Mueller et al. 2014; Takarada et al. 2002 & Manimmanakorn et al. 2013) fick positiva svar.

7.2 Effekt på muskulär styrka

Resultaten angående ökning av muskelstyrka efter ocklusionsträning visar att ocklusionsträning kan öka muskelstyrkan lika bra som högintensiv styrketräning (Sousa et al. 2017; Kubo et al. 2006 & Manimmanakorn et al. 2013). Detta gällde dock vid tester som använde sig av styrketräning, ocklusionsträningen visade sig öka muskelstyrkan bättre än

kontrollgrupperna vid tester som använde sig av uthållighetsidrotter som t.ex. cykling. (Abe et al. 2010; Oliveira et al. 2016; Evans et al. 2010 & Takarada et al. 2002)

Abe et al. (2010) hade som syfte att ta reda på hur muskelstorlek, muskelstyrka och Vo2Max förändrades efter lågintensitetsträning i kombination med ocklusion. Deltagarna utförde 3 pass cykling per vecka i 8 veckor där ocklusionsgruppen utförde 15 minuter cykling med en intensitet på 40 % av Vo2Max. Kontrollgruppen cyklade i 45 minuter med samma intensitet. Resultaten angående muskelstyrka visade en ökning av den isometriska knäextensionsstyrkan hos ocklusionsgruppen med 7,7 % medan kontrollgruppen inte alls gjorde några öknings inom den kategorin.

Oliveira et al. (2016) fick även liknande resultat med ett forskningsupplägg där man använde sig av fyra olika studiegrupper. Här var träningsstiden 4 veckor med ett träningspass i veckan. I studien fanns två lågintensitets intervallträningsgrupper där en grupp använde sig av ocklusion. De två andra grupperna bestod av en högintensitetsgrupp och en grupp som kombinerade högintensitetsträning tillsammans med lågintensitetsträning med ocklusion. Alla lågintensitetsgrupper utförde cykelträning 2 set av 5 repetitioner den första veckan varpå 1 repetition per set lades till varje vecka. Varje repetition varade i 2 minuter + 1 minut passiv vila. Vilan mellan varje set var 3 minuter aktiv vila + 2 minuter passiv vila. För högintensitetsgruppen började varje repetition på 110 % av Pmax med en sänkning av 5 % var trettionde sekund ända ner till 95 %. Vad Oliveira et al (2016) kom fram till var att OT gruppen ökade Vo2Max med 5,6 % ($\pm 4,2\%$) och Pmax med 11,7 % ($\pm 4,7\%$). Högintensitetsgruppen ökade Vo2Max med 9,2 % ($\pm 6,5\%$) och Pmax med 15 % ($\pm 4,5\%$). Gruppen som blandade OT och högintensitetsträning ökade Vo2Max med 6,5 % ($\pm 5,5\%$) och Pmax med 10,9 % ($\pm 4,5\%$), dock var det endast ocklusionsgrupperna som ökade i muskelstyrka 11,4 % ($\pm 7,3\%$). (Oliveira et al. 2016)

Vid de två andra forskningarna gjorda av Evans et al. (2010) och Takarada et al. (2002) använde man sig av styrketräning där både ocklusionsgruppen och kontrollgruppen utförde sin träning med samma intensitet. Evans et al. (2010) fick en 18 % ökning i muskelstyrkan hos ocklusionsgruppen medan ingen förändring sågs hos kontrollgruppen.

Takarada et al. (2002) forskning visade en stor ökning av isokinetisk styrka i knäextensorerna $14,3 \tau$ (2,0 %)($P < 0,05$) till skillnad från kontrollgruppen och gruppen utan ocklusion.

7.3 Effekt på hypertrofi

Fem stycken forskningar fick fram resultat om muskelhypertrofi till följd av ocklusions träning. Ökningarna i muskelmassa var oftast i lika stor grad som resultaten kontrollgrupperna fick men ocklusionsträningen förändrade ofta andra mekanismer som kontrollgruppsträningen inte gjorde. (Horiuchi & Okita 2012; Kubo et al. 2006; Abe et al. 2010; Mueller et al. 2014; Takarada et al. 2002)

En systematisk litteraturstudie gjord av Horiuchi & Okita (2012) gav svar på att ocklusionsträning kan öka hypertrofi och muskelstyrka utan att sänka de arteriella funktionerna. Kubo et al. (2006) gav i sin studie svar angående ökad muskeltillväxt i quadriceps femoris både för ocklusionstestgruppen och för gruppen som utförde högintensiv träning. Ocklusionsgruppen utförde knäextensioner med ett motstånd på 20 % av 1RM under 4 set med repetitionsmängden 25, 18, 15 och 12 stycken uppdelat på 4 set. Vilotiden var 30 sekunder. Det andra benet utförde högintensiv träning med ett motstånd på 80 % av 1RM med 1 minuts vila. Träningsperioden varade i 12 veckor med 3 träningspass per vecka. Det intressanta med den här studien var att fast båda benen ökade i muskelmassa och muskelstyrka var det endast benet med högintensivt träningsprogram som ökade spänningen i vastus lateralis, den här träningsformen ökade även spänningen i senorna länkade till quadriceps femoris.

Vid tre tillfällen ökade ocklusionsträning muskelmassan medan man inte upptäckte det samma i kontrollgrupperna. Abe et al. (2010) utförde cykelträning som beskrevs några stycken tidigare där endast muskelmassan ökade för ocklusionsgruppen (3,4–5,1 %). Mueller et al. (2014) använde sig av ett träningsprotokoll där båda grupperna utförde högin-tensiva (70 % av 1RM) knäböj till muskulär utmattning med eller utan ocklusion. Gruppen som använde sig av ocklusion ökade lårens muskelmassa med 3,1%+-1,7 % och muskelfibrerna MyHC-1 och MyHC-2 tvärsnittsyta i låren ökade med 24,7% och 22,2 %. Här var ökningen hos kontrollgruppen inte heller stora, 1,2%+-2,0% för muskelmassan -

1,0%+-7,2% samt 14,9%+-29,1% för ökningen av MyHC-1 och MyHC-2 muskelfibrernas tvärsnittsyta.

I den sista forskningen gjord av Takarada et al. (2002) utförde båda grupperna lågintensiva knäextensioner med eller utan ocklusion. Träningen varade i 8 veckor med 2 träningspass i veckan, 4 set av 30 sekunders arbete med en intensitet på 50 % av 1RM bestod varje träningspass av. Ocklusionstrycket som användes var cirka 200 mmHg. Resultaten här visar en ökning av knäextensorernas tvärsnittsyta för ocklusionsgruppen medan kontrollgruppen lämnade oförändrad.

7.4 Förändring av Vo2Max

Fyra stycken studier (Taylor et al. 2016; Oliveira et al. 2016; Abe et al. 2010 & Paton et al. 2017) fick resultat om ökning av Vo2Max efter ocklusionsträning. Alla dessa studier utförde ett av cykelträning eller löpträning. Taylor et al. (2016) och Oliveira et al. (2016) använde sig båda av intervallträning i sina studier och båda fick relativt lika förändringar till Vo2Max (4,5 % för Taylor et al. (2016) och 6 % för Oliveira et al. (2016)).

Taylor et al. (2016) använde sig av samma träningsprotokoll för både ocklusionsgruppen och kontrollgruppen. Resultaten var en 4,5 % (Vo2Max före var $4,5 \text{ l min}^{-1} (\pm 0,4)$ och efter $4,7 \text{ l min}^{-1} (\pm 0,4)$ ökning av Vo2Max hos ocklusionsgruppen medan ingen förändring visades för kontrollgruppen. Dock förändrade inte den här ökningen av Vo2Max prestationsförmågan. (Taylor et al. 2016)

Oliveira et al. (2016) använde sig av både två lågintensiva grupper, en högintensiva grupp och en grupp som blandade lågintensiv och högintensiv träning. Alla grupper utförde intervallträning och endast den ena lågintensiva gruppen och gruppen som blandade högintensiv och lågintensiv träning använde sig av ocklusion. Alla grupper i forskningen höjde sin anaeroba tröskel men det var endast de grupper som använde sig av ocklusion och högintensitetsgruppen som ökade sin Vo2Max. Det som skiljer testgrupperna åt i den här forskningen är att det var endast ocklusionsgrupperna som också ökade muskelstyrkan. (Oliveira et al. 2016) I de två andra forskningarna ökade båda ocklusionsgrupperna sitt Vo2Max mer än kontrollgruppen. Abe et al. (2010) fick resultat på en 6,4 % ökning av Vo2Max hos ocklusionsgruppen medan Vo2Max var oförändrat hos kontrollgruppen.

Detta var efter lågintensiv cykelträning (40 % av Vo2Max) i 15 minuter för ocklusionsgruppen och 45 minuter för kontrollgruppen. Paton et al. (2017) använde sig i sin tur av löpsprinter på 30 sekunder med en intensitet på 80 % av individens topphastighet. Resultaten Paton et al. (2017) fick visar en ökning av Vo2Max hos ocklusionsgruppen med 6,3 % ($\pm 3,5$ %) och 4,0 % ($\pm 3,3$ %) hos kontrollgruppen.

7.5 Andra upptäckter

Andra intressanta upptäckter var en oförändrad utsöndring av tillväxthormoner (Andrew et al. 2016), förändringar i kapillärmängden (Evans et al. 2010; Mueller et al. 2014 & Taylor et al. 2016), förbättrad löpekonomi (Paton et al. 2017) samt upptäckter om aeroba krav vid ocklusionsträning (Renzi et al. 2010). Vad gäller förändringarna i tillväxthormonsutsöndringen kom Andrew et al. (2016) fram till att 20 sekunders långa intervallsprinter på en crosstrainer i kombination med lågt ocklusionstryck inte ökar muskelstyrkan eller förändrar tillväxthormonstillgångarna. Detta test tillät även deltagarna att fortsätta med sitt vanliga träningschema vid sidan om studieträningen. Renzi et al. (2010) utförde en studie med syfte att ta reda på hurdan stress ocklusionsträning i kombination med lågintensiv gångträning satte på de kardiovaskulära funktionerna hos unga män. Resultaten de fick var att ocklusionsträning krävde större hjärtarbete och sänkte de endoteliska funktionerna mer än kontrollgruppen som utförde samma träning utan ocklusion.

Kapillärmängden ökade i en studie (Mueller et al. 2014) och borde enligt studiernas forskare teoretiskt öka vid två andra fall (Evans et al. (2010) och Taylor et al. (2016). Mueller et al. (2014) använde sig av ett träningsprotokoll som presenterades i ett tidigare kapitel och fick resultat angående ett ökat kapillär till fiberförhållande på $8,2\% \pm 6,8\%$ hos gruppen som använde sig av ocklusion. Evans et al. (2010) utförde träningspass som bestod av 4 set med 50 repetitioner vadpressar med 1 minuts vila mellan varje set där det ena benet använde sig av ett ocklusionstryck på 150 mmHg. Resultatet efter att ha utfört det här i 4 veckor med 3 pass i veckan var att ocklusionsbenet fick en ökad blodfiltrering i vaden med 26 % och muskelstyrkan ökade med 18 %, ingen förändring skedde i kontrollbenet. Slutsatsen de drog till den ökade kapillärmängden var att eftersom styrketräning har visat sig öka diffusionskapaciteten och som även framkom efter den här studien, skulle ökningen ha skett på grund av att ocklusionsrestriktionen hade ökat denna effekt

vidare. Därför tror man att filtreringen ökade för att en ökad kapillärmängd hade uppstått. Tidigare skrevs det även om Taylor et al. (2016) studie på cykelintervaller och de fick också resultat angående en ökad utsöndring av faktor-1a mRNA vilket i teorin kan leda till bl.a. ökad kapillärtillväxt. Slutligen fick Paton et al. (2017) resultat som visade en ökning av löpekonomin hos ocklusionsgrupperna som utförde deras löpsprintsprotokoll.

7.6 Sammanställning av resultaten

Ocklusionsträning

Hypertrofi

- Ökar muskelmassa till lika stor grad som vanlig träning.
- OT ökade muskelmassan utan att sänka arteriella funktionerna och utan att öka spänningen i vastus lateralis.

Muskulär uthållighet

- OT ökar tid till utmattning i den arbetande muskeln mer än vanligt lågintensiv träning (3 forskningar) och högintensiv träning(1 forskning).

Vo2Max

- OT ökar Vo2Max mer än kontrollgrupperna vid både lågintensiv och högintensiv cykel/sprinträning.
- OT kan öka muskelmassan och Vo2Max på samma gång.

Muskelstyrka

- OT ökar muskelstyrkan lika bra som högintensiv träning då träningsformen är styrketräning.
- OT ökar muskelstyrkan bättre än kontrollgrupperna vid uthållighetsträning.

Andra upptäckter

- OT kräver större hjärtarbete samt sänker endoteliska funktioner.
- OT kan öka kapillärmängden.
- Vid ett fall ökade OT löpekonomin.

8 DISKUSSION

8.1 Metoddiskussion

Metoden som valdes till studien kallas för en systematisk litteraturstudie, denna metod var även den jag personligen anser att passade bäst för forskning inom detta temaområde. Anledningen är att eftersom jag ville få in mycket information från flera olika källor var det en systematisk litteraturstudie som kunde tillhandahålla min efterfrågan bäst. De nackdelar med metodiken jag stötte på var dock den lilla mängd forskning som redan hade gjorts inom området. Jag hade från början på känn att jag skulle få problem med att hitta forskningar som inriktade sig specifikt på mitt temaområde och jag märkte tidigt att jag skulle få problem med att få ihop 15 stycken artiklar med god kvalitet.

Endast tre stycken databaser användes eftersom jag märkte att många artiklar som fanns på PubMed eller SportDiscuss också fanns på de mindre databaserna vilket ledde till att de resultat jag fick i de andra databaserna troligtvis redan hade upptäckts. Inklusions- och exklusionskriterierna anser jag att var rättvist lagda och hjälpte mig massvis med att hitta trovärdiga och kvalitativa källor. Ett problem med de källor jag hittade var dock storleken på forskningsgrupperna vilket ledde till att många forskningar hade svårt att få fulla poäng i kvalitetsgranskningen men ändå kunde tas med på grund av att de andra kriterierna nåddes.

Studiens reliabilitet kan betraktas som hög. Forsberg och Wengström (2003 s. 107) definierar reliabilitet som mätmetodens förmåga att vid upprepad mätning av ett konstant fenomen ge samma mätvärde. Denna litteraturstudie har steg för steg beskrivits noggrant vilket skulle göra det enkelt att återskapa studien om någon skulle vilja utföra samma studie igen. Det enda som bör tas i beaktande är tiden då studien har gjorts eftersom artiklar som gjorts efter att sökningen gjordes inte tagits med. Validiteten kan även räknas som hög och validitet definierar Forsberg och Wengström (2003 s. 109) som instrumentets förmåga att mäta det vad den är avsedd att mäta. Studiens mål var att ta reda på skillnaderna mellan ocklusionsträning och träning utan ocklusion för uthållighetsidrottare vid ökning av uthållighetsutförandet. Detta är även vad studien har gjort. Artiklarna som inkluderats är även dem valida eftersom de har forskat inom samma ämne.

Enligt Forsberg och Wengström (2003 s. 73-74) skall alla artiklar som använts i en systematisk litteraturstudie sparas elektroniskt i en period på 10 år vilket dessa artiklar även kommer göras. Alla artiklar som fick tillräckligt höga kvalitetsbetyg har presenterats, även dem som har gett motstridiga resultat. Detta har gjorts på Forsbergs och Wengströms (2003 s. 73-74) rekommendationer för att stärka studiens etik. Forskarens egna åsikter skall inte heller presenteras vilket leder till att forskarens åsikter först framträder i diskussionsdelen.

8.2 Resultatdiskussion

Syftet med detta arbete var att jämföra och ta reda på huruvida ocklusionsträning kan ha effekter som hjälper uthållighetsutförandet mer än vad vanlig träning gör. Vad som är viktigt att komma ihåg är att denna litteraturstudie endast omfattar 15 stycken artiklar och kan därför inte ge en fullständig bild av situationen. Jag har valt att ta upp de viktigaste faktorerna som påverkar uthållighet och därefter kort behandla mindre faktorer som studien också fick resultat på.

Tidigare i det här arbetet fastslogs det i den teoretiska bakgrunden att uthållighetens kapacitet inte primärt bestäms av mängden oxidativa enzymer och mitokondrier i musklerna utan av hur snabbt och effektivt kroppen kan leverera syre till den arbetande muskeln. De faktorer som kunde förbättra denna process var ökad blodvolym, ökad slagvolym och bättre perfusion av blod till den arbetande muskeln. Hur stor ökningen av Vo2Max kan vara skrevs det om i den teoretiska bakgrunden där en forskning visade en 15-20 % ökning över 20 veckor hos otränade individer. Det ger en 5 % ökning per månad om man räknar från 20 %. Värt att notera här är att vid denna forskning så var deltagarna otränade vilket kan vara en anledning till varför resultaten var så högt eftersom otränade individer ofta höjer sin Vo2Max snabbare procentuellt. (Wilmore et al. 1998)

8.2.1 Ökning av Vo2Max

Denna studie fick resultat på ökat Vo2max från fyra studier (Taylor et al. 2016); Abe et al. 2010; Oliveira et al. 2016; Paton et al. 2017). Alla forskningar visade resultat där ock-

lusionsgrupperna ökade Vo2Max mer än vad de respektive kontrollgrupperna gjorde. Ökningarna för de respektive studierna var 4,5 % på 4 veckor (Taylor et al 2016), 6,4 % på 8 veckor (Abe et al. 2010), 6 % på 4 veckor (Oliveira et al. 2016) och 6,3 % på 8 stycken träningspass för (Paton et al. 2017). Detta resultat kan jämföras med den teoretiska bakgrunden (Wilmore et al. 1998) som visade ett resultat på ökat Vo2Max vid lågintensiv träning. Alla dessa studier demonstrerar en ökning som ligger strax under eller över ökningen på 5 % per månad som forskningen hade fått resultat om. I jämförelse med forskningen Helgerud et al. (2007) gjorde är det endast resultaten som Taylor et al. (2016) fick som är sämre än denna studie som använde sig av 4 olika uthållighetsträningssätt utan ocklusion. Dock är det ingen av forskningarna i den här studien som fick lika bra resultat som Tabata et al. (1996) fick (9 % Vo2Max-ökning på 6 veckor). På grund av att resultaten inte är tillräckligt konsistenta blir det svårt att slå fast att ocklusionsträning ökar Vo2Max bättre än vanlig uthållighetsträning men resultaten tyder i alla fall på att ocklusionsträning kan vara ett möjligt tillvägagångssätt. I den teoretiska bakgrunden kom det dock fram att Vo2Max har visat sig stiga som mest under de första 8-12 veckorna för att därefter avta så detta är något som talar mot resultaten som kom fram i litteraturstudien. Detta är på grund av att alla forskningar i denna studie inte sträckte sig längre än 8 veckor så det finns en möjlighet att ökningen som påvisats inte skulle fortsätta stiga i samma takt om träningsprotokollen skulle förlängas. Vad som dock talar för Vo2Max-ökningarna för ocklusionsgrupperna är att i studierna som presenteras i den här litteraturstudien var deltagarna hälsosamma eller till och med vältränade medan deltagarna i studierna som hittas i den teoretiska bakgrunden var otränade. Det är sedan länge känt att otränade individer har lättare att göra framsteg fysiologiskt då de börjar träna än vad personer som redan har tränat en stund har vilket tyder på att ökningarna ocklusionsträningen gav åt Vo2Max är ännu mer häpnadsväckande.

8.2.2 Ökning av kapillärmängd

Kapillärmängden ökade vid ett fall (Mueller et al. 2014) och vid två fall fick man svar som teoretiskt borde leda till ökad kapillärmängd (Evans et al. 2010 & Taylor et al. 2016). Enligt Rico-Sanz et al. (2003) kan kapillärmängden öka med upp till 15 % efter en längre tid av uthållighetsträning (20 veckor). Mueller et al. (2014) presenterade resultat där deltagarna ökade sitt kapillär till fiberförhållande med 8,2 % över 8 veckor vid användning

av knäböj som träningsform. De resultat Mueller et al. (2014) fick i relation till de resultat Rico-Sanz et al. (2003) presenterar tyder på att Mueller et al. (2014) skulle kunna öka kapillärmängden med mer än 15 % på 16 veckor om ökningen skulle fortsätta i samma takt som efter de första 8 veckorna. Detta skulle ge en både större och snabbare ökning av kapillärmängden för de som använde sig av ocklusion. Dock skedde denna ökning med hjälp av knäböj vilket faller inom kategorin styrketräning så resultaten kan inte jämföras helt parallellt.

Vid de andra forskningarna fick en studie (Evans et al. 2010) resultat på en 26 % ökad blodfiltrering i den arbetande muskeln efter endast 4 veckor. Där drogs en slutsats om att ocklusionsträning skall kunna öka likadan mikrovaskulär filtreringskapacitet som vanlig styrketräning fast ännu bättre och det var därför man såg en så stor ökning av blodfiltreringen. I den tredje studien fick Taylor et al. (2016) resultat på ökad faktor-1a mRNA som i teorin skall leda till ökad kapillärtillväxt. Fast två av dessa resultat inte är särskilt konkreta tror jag själv att det skulle vara värt att forska vidare inom denna fråga eftersom både en 8,2 % ($\pm 6,8$ %) ökning av kapillärmängden och en 26 % ($3,64 \pm 0,24$ ml före samt $4,56 \pm 0,30$ ml efter) ökning av diffusionen inte är små ökningar fast standardavvikelsen för ökningen av kapillärmängden är ganska stor. Anledningen till att dessa resultat är intressanta är på grund av att enligt den teoretiska bakgrunden leder en ökad kapillärmängd till en ökad perfusion mellan blodet och musklerna och på så vis till ökad syretransport till de arbetande musklerna (Kenney et al. 2015 s. 270-273).

8.2.3 Ökning av muskeluthållighet och muskelstyrka

Resultat angående förbättrad löpekonomi fick en studie resultat på (Paton et al. 2017). Paton et al. (2017) gjorde en forskning där ocklusionsgruppen visade en förbättring av löpekonomin i kombination med ökad Vo2Max. I den teoretiska bakgrunden lyfte Michalsik & Bangsbo (2004) fram att mer fokus har börjat skiftas mot förbättring av arbetsekonomin eftersom det har visat sig gå mycket snabbare att nå maximal Vo2Max än det går att nå en bra arbetsekonomi. Arbetsekonomin och speciellt löpekonomin har även visat sig förbättras bäst då träning har kompletterats med bl.a. styrketräning. (Michalsik & Bangsbo 2004) 8 stycken forskningar fick resultat på ökad muskulär uthållighet varav 4 stycken forskningar använde sig av styrketräning (Sousa et al. 2017, Takarada et al.

2002, Mueller et al. 2014 & Manimmanakorn et al. 2013). Två av studierna ökade muskeluthålligheten lika bra som kontrollgrupperna (Sousa et al. 2017 & Manimmanakorn et al. 2013) och två studier ökade muskeluthålligheten mer än kontrollgrupperna (Takarada et al. 2002 & Mueller et al. 2014). Detta resultat är ett bra resultat eftersom på så vis skulle uthållighetsidrottare möjligtvis kunna hitta en styrketränningsform som använder sig av ocklusion och på så vis kunna öka muskeluthålligheten, löpekonomin och Vo2Max på samma gång.

Ökning av muskelstyrkan vid uthållighetsträning framkom i 4 studier (Abe et al. 2010, Oliveira et al. 2016, Evans et al. 2010 & Takarada et al. 2002). Alla dessa studier ökade muskelstyrkan och under samma träningstid ökade de också något av Vo2Max, blodfiltreringskapacitet eller muskeluthållighet, alla faktorer för en bättre uthållighetsprestation. Min egen uppfattning av resultaten från denna litteraturstudie är att ocklusionsträning ökar många faktorer som främjar uthålligheten (Vo2Max, ökad kapillärmängd, ökad diffusion, ökad muskeluthållighet och ökad muskelstyrka). Ökningen av hypertrofi var inte så stor som den teoretiska bakgrunden först gav intrycket av att den skulle vara då endast 5 av 15 studier visade en ökning av muskelhypertrofi. Vad som också är värt att nämna är att fast ocklusionsträningen ökade muskelmassan i vissa fall så gjorde den det utan att sänka de arteriella funktioner vilket är en positiv effekt för uthållighetsutförandet.

9 SLUTSATSER

På basen av denna systematiska litteraturstudie kommer här presenteras följande resultat. Ocklusionsträning ökade Vo2Max mer än kontrollgrupperna i studien vid både lågintensiv och högintensiv träning och presterar lika bra eller bättre än informationen som presenteras i den teoretiska bakgrunden. Resultaten på studierna som hittades var starka men få studier hittades, vidare forskning behövs. Ocklusionsträning ökar den muskulära uthålligheten mer än vanlig lågintensiv träning och högintensiv träning, dock är urvalet litet så ett definitivt svar kan inte ges. Ocklusionsträning ökar muskelstyrkan lika bra som högintensiv träning då träningsformen är styrketräning och bättre då träningsformen är lågintensiv träning. Ocklusionsträningen ökade muskelmassan i några fall men gjorde det utan att sänka de arteriella funktionerna vilket är en effekt som sker vid vanlig träning som

frambringa hypertrofi. Andra upptäckter var att ocklusionsträning kräver ett större hjärtarbete samt sänker de endoteliska funktionerna. Ocklusionsträning kunde även öka kapillärmängden och blodfiltreringen men urvalet var litet.

Som sammanfattning och svar på forskningsfrågan som löd ”Hurudan inverkan på uthålligheten har ocklusionsträning jämfört med traditionella träningsmetoder hos uthållighetsidrottare?” anser jag att frågan har besvarats men att tillgången till relevanta studier var för litet för att kunna dra en direkt slutsats. Resultaten är dock tillräckligt bra för att kunna dra en hypotes som påstår att ocklusionsträning kan öka uthållighetsutförandet och dess fysiologiska faktorer minst lika bra som vanlig träning och att uthållighetsidrottare åtminstone borde involvera träningsformen i sitt dagliga träningschema. Som förslag på vidare studier ges att man borde göra fler forskningar angående ocklusionsträningens effekter på uthållighetsfaktorer som Vo2Max och på samma gång forska om dessa öknings av exempelvis Vo2Max är tillräckligt stora för att vara till tillräckligt stor nytta för en uthållighetsidrottare för att hen skall kunna bortse från den ökade muskelhypertrofin som ofta följer med ocklusionsträning.

KÄLLOR / REFERENCES

- Abe, T., Kearns, C. and Sato, Y., 2006, Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training, *Journal of Applied Physiology*, vol. 100, nr. 5, s. 1460-1466.
- Anderson, J., 2000, A role for nitric oxide in muscle repair: nitric oxide-mediated activation of muscle satellite cells, *Mol Biol Cell*, vol. 11, nr. 5, s. 1859-1974.
- Clark, M & Feedback, D., 1996, Mechanical load induces sarcoplasmic wounding and FGF release in differentiated human skeletal muscle cultures, *FASEB J*, vol. 10, nr. 4, s. 502-509.
- Clarkson, P. and Hubal, M., 2002, Exercise-Induced Muscle Damage in Humans, *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, nr. 81, s. 52-69.
- Dangott, B., Schultz, E & Mozdziak, P., 2000, Dietary creatine monohydrate supplementation increases satellite cell mitotic activity during compensatory hypertrophy, *Int J Sports Med*. vol. 21, nr. 1, s. 13-16.
- Finkenzeller, G., Newsome, W., Lang, F & Häussinger, D., 1994, Increase of c-jun mRNA upon hypo-osmotic cell swelling of rat hepatoma cells, *FEBS Lett*. vol. 340, nr. 3, s. 163-166.
- Forsberg, C. and Wengström, Y., 2003, *Att göra systematiska litteraturstudier*, Stockholm: Natur & Kultur.
- Garber, C., Blissmer, B., Deschenes, M., Franklin, B., Lamonte, M., Lee, I., Nieman, D. and Swain, D., 2011, Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 43, nr. 7, s. 1334-1359.

- Goldfarb, A., Garten, R., Chee, P., Cho, C., Reeves, G., Hollander, D., Thomas, C., Aboudehen, K., Francois, M & Kraemer, R. 2008. Resistance exercise effects on blood glutathione status and plasma protein carbonyls: influence of partial vascular occlusion. *Eur J Appl Physiol*, vol. 104, nr. 5, s. 813-819.
- Hather, B., Tesch, P., Buchanan, P & Dudley, G., 1991, Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training, *Acta Physiol Scand*, vol. 143, nr. 2, s. 177-185.
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, T., Helgesen, C., Hjorth, N., Bach, R. & Hoff, J., 2007, Aerobic High-intensity intervals improve Vo2max more than moderate training, *Med Sci Sports Exerc*, vol. 39, nr. 4, s. 665-671.
- Hughes, L., Paton, B., Rosenblatt, B., Gissane, C. and Patterson, S., 2017, Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis, *British Journal of Sports Medicine*, vol. 51, nr.13, s. 1003-1011.
- Hunt, J., Walton, L & Ferguson, R., 2012, Brachial artery modifications to blood flow-restricted handgrip training and detraining, *J Appl Physiol*, vol. 112, nr. 6, s. 956-961.
- Hunt, J., Galea, D., Tufft, G., Bunce, D & Ferguson, R., 2013, Time course of regional vascular adaptations to low load resistance training with blood flow restriction, *J Appl Physiol*, vol. 115, nr. 3, s. 403-411.
- Ito, N., Ruegg, U., Kudo, A., Miyagoe-Suzuki, Y & Takeda, S., 2012, Activation of calcium signaling through Trpv1 by nNOS and peroxynitrite as a key trigger of skeletal muscle hypertrophy, *Nat Med*. vol. 19, nr. 1, s. 101-106.

- Kacin, A & Strazar, K., 2011, Frequent low-load ischemic resistance exercise to failure enhances muscle oxygen delivery and endurance capacity, *Scan J Med Sci Sports*, vol. 21, nr. 6, s. 231-241.
- Kenney, L., Wilmore, J & Costill D., 2015, *Physiology of sports and exercise* 6 uppl., Human kinetics, Champaign.
- Korthuis, R., Granger, D., Townsley, M & Taylor, A., 1985, The role of oxygen-derived free radicals in ischemia-induced increases in canine skeletal muscle vascular permeability, *Circ Res.*, vol. 57, nr. 4, s. 599-609.
- Kubota, A., Sakuraba, K., Sawaki, K., Sumide, T. and Tamura, Y., 2008, Prevention of Disuse Muscular Weakness by Restriction of Blood Flow, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 40, nr. 3, s. 529-534.
- Lang, F., Busch, G., Ritter, M., Völkl, H., Waldegger, S., Gulbins, E & Häussinger, D., 1998, Functional significance of cell volume regulatory mechanisms, *Physiol Rev.*, vol. 78, nr. 1, s. 247-306.
- Loenneke, J., Fahs, C., Wilson, J & Bembien, M., 2011, Blood flow restriction: The metabolite/volume threshold theory, *Med Hypotheses*, vol. 77, nr. 5, s. 748-752.
- Loenneke, J., Wilson, J., Marín, P., Zourdos, M. and Bembien, M., 2012a, Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis, *European Journal of Applied Physiology*, vol. 112, nr. 5, s. 1849-1859.
- Loenneke, J., Fahs, C., Rossow, L., Abe, T & Bembien, M., 2012b, The anabolic benefits of venous blood flow restriction training may be induced by muscle cell swelling, *Med Hypotheses*, vol. 78, nr. 1, s. 151-154.
- Low, S., Rennie, M & Taylor, P., 1997, Signaling elements involved in amino acid transport responses to altered muscle cell volume, *FASEB J*, vol. 11, nr. 13, s. 1111-1117.

- Mangine, G.T., Hoffman, J.R., Gonzalez, M.A., Townsend, J.R., Wells, A.J, Jajtner, A.R., Beyer, K.S., Boone, C.H., Miramonti, A.A., Wang, R., LaMonica, M.B., Fukuda, D.H., Ratamess, N.A. & Stout, J.R., 2015, The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men, *Physiol rep*, vol. 3, nr. 8.
- Manini, T & Clark, B., 2009, Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health, *Exerc Sports Sci Rev*, vol. 37, nr. 2, s. 78-85.
- Manini, T., Yarrow, J., Buford, T., Clark, B., Conover, C & Borst, S., 2012, Growth hormone responses to acute resistance exercise with vascular restriction in young and old men, *Growth Horm IGF Res*, vol. 22, nr. 5, s. 167-172
- McCall, G., Byrnes, W., Fleck, S., Dickinson, A & Kraemer, W., 1999, Acute and chronic hormonal responses to resistance training designed to promote muscle hypertrophy, *Can J Appl Physiol*, vol. 24, nr. 1, s. 96-107.
- McHugh, M., Connolly, D., Eston, R & Gleim, G., 1999, Exercise-induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect, *Sports Med*, vol. 27, nr. 3, s. 157-170.
- Michalsik, L. and Bangsbo, J., 2004, *Aerob och anaerob träning*, SISU idrottsböcker, Stockholm.
- Mitchell, C., Churchward-Venne, T., Bellamy, L., Parise, G., Baker, S & Phillips, S., 2013, Muscular and systemic correlates of resistance training-induced muscle hypertrophy, *PLoS One*, vol. 8, nr. 10.
- Moritani, T., Sherman, W., Shibata, M., Matsumoto, T & Shinohara, M., 1992, Oxygen availability and motor unit activity in humans, *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, vol. 64, nr. 6, s. 552-556.

- Mueller, S.M., Aguayo, D., Lunardi, F., Ruoss, S., Boutellier, U., Frese, S., Petersen, J.A., Jung, H.H., Toigo, M., 2014, High-load resistance exercise with superimposed vibration and vascular occlusion increases critical power, capillaries and lean mass in endurance-trained men, *Eur J Appl Physiol*, vol. 114, nr. 1, s. 123-133.
- Nakane, M., Schmidt, H., Pollock, J., Förstermann, U & Murad, F., 1993, Cloned human brain nitric oxide synthase is highly expressed in skeletal muscle, *FEBS Lett.* vol. 316, nr. 2, s. 175-180.
- Pope, Z., Willardson, J & Schoenfeld, B., 2013, A brief review: Exercise and blood flow restriction, *J Strength Cond Res.*, vol. 27, nr. 10, s. 2914-2926.
- Reeves, G., Kraemer, R., Hollander, D., Clavier, J., Thomas, C., Francois, V & Castracane, V., 2006, Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion, *J Appl Physiol*, vol. 101, nr. 6, s. 1616-1622.
- Rico-Sanz, J., Rankinen, T., Joannis, D.R., Leon, A.S., Skinner, J.S., Wilmore, J.H., Rao, D.C. & Bouchard, C., 2003, Familial resemblance for muscle phenotypes in the HERITAGE family study, *Medicine and science in sports and exercise*, vol. 35, nr. 8, s. 1360-1366
- Roig, M., O'Brien, K., Kirk, G., Murray, R., McKinnon, P., Shadgan, B & Reid, W., 2009, The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis, *Br J Sports Med*, vol. 43, nr. 8, s. 556-568.
- Schliess, F., Richter L., Dahl vom, S & Haussinger, D., 2006, Cell hydration and mTOR-dependent signaling, *Acta Physiol (Oxf)*, vol. 187, nr. 1-2, s. 223-229.

- Schliess, F., Schreiber, R. & Huassinger, D., 1995, Activation of extracellular signal-regulated kinases erk-1 and erk-2 by cell swelling in H4IIE hepatoma cells, *Biochem J*, vol. 309, nr. 1, s. 13-17.
- Schoenfeld, B., 2013, Potential Mechanisms for a Role of Metabolic Stress in Hypertrophic Adaptations to Resistance Training, *Sports Medicine*, vol. 43, nr. 3, s. 179-194.
- Sorichter, S., Mair, J., Koller, A., Gebert, W., Rama, D., Calzolari, C., Artner-Dworzak, E & Puschendorf, B., 1997, Skeletal troponin 1 as a marker of exercise-induced muscle damage, *J Appl Physiol*, vol, 83, nr. 4, s. 1076-1082.
- Suga, T., Okita, K., Takada, S., Omokawa, M., Kadoguchi, T., Yokota, T., Hirabayashi, K., Takahashi, M., Morita, N., Horiuchi, M., Kinugawa, S. and 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*, vol. 112, nr. 11, s. 3915-3920.
- Suzuki, Y & Ford, G.. 1999. Redox regulation of signal transduction in cardiac and smooth muscle. *J Mol Cell Cardiol*, vol.31, nr. 2, s. 345-353.
- Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hiirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M. & Yamamoto, K., 1996, Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on aerobic capacity and Vo2Max, *Medicine and science in sports and exercise*, vol. 28, nr. 10, s. 1327-1330.
- Takano, H., Morita, T., Iida, H., Asada, K., Kato, M., Uno, K., Hirose, K., Matsumoto, A., Takenaka, K., Hirata, Y., Eto, F., Nagai, R., Sato, Y & Nakajima, T., 2005, Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow, *Eur J Appl Physiol*, vol. 95, nr. 1, s. 65-73.

Takarada, Y., Nakamura, Y., Aruga, S., Onda, T., Miyazaki, I & Ischii, N., 2000, Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion, *J Appl Physiol*, vol. 88, nr. 1, s. 61-65.

Takarada, Y., Takazawa, H., Sato, Y., Takebayashi, Y., Tanaka, Y & Ischii, N., 2000, Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans, *J Appl Physiol*, vol. 88, nr. 6, s. 2097-2106.

Takarada, Y., Sato, Y & Ischii, N., 2002, Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes, *Eur J Appl Physiol*, vol. 86, nr. 4, s. 308-314.

Takarada, Y., Tsuruta, T & Ischii, N., 2004, Cooperative effects of exercise and occlusive stimuli on muscular function in low-intensity resistance exercise with moderate vascular occlusion, *Jpn J Physiol*, vol. 54, nr. 6, s. 585-592.

Tatsumi, R, Hattori, A., Ikeuchi, Y., Anderson, J & Allen, R., 2002, Release of hepatocyte growth factor from mechanically stretched skeletal muscle satellite cells and role of pH and nitric oxide, *Mol Biol Cell*. vol. 13, nr. 8, s. 2909-2918.

Toigo, M & Boutellier, U, 2006, New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations, *Eur J Appl Physiol*, vol. 97, nr. 1, s. 643-663

Utbildningsstyrelsen, 2010. Tillgänglig: http://edu.fi/planera/grundlaggande_utbildning/gymnastik/kvalitet_i_gymnastikundervisningen/att_utveckla_elevernas_fysiska_funktioner/styrka

Hämtad: 20.04.2018

Wernbom, M., Järrebring, R., Andreasson, M Augustsson, J., 2009, Acute effects of blood flow restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic knee extensions at low load, *J Strength Cond Res*, vol. 23, nr. 8, s. 2389-2395.

Wilmore, J.H., Stanforth, P.R., Hudspeth, L.A., Gagnon, J., Daw, E.W., Leon, A.S., Rao, D.C., Skinner, J.S. & Bouchard, C., 1998, Alterations in resting metabolic rate as a consequence of 20 wk of endurance training: The HERITAGE family study, *American journal of clinical nutrition*, vol. 68, s. 66-71.

Wilson, J., Lowery, R., Joy, J., Loenneke, J. and Naimo, M., 2013, Practical Blood Flow Restriction Training Increases Acute Determinants of Hypertrophy without Increasing Indices of Muscle Damage, *Journal of Strength and Conditioning Research*, vol. 27, nr. 11, s. 3068-3075.

Zou, K., Meador, B., Johnson, B., Huntsman, H., Mahmassani, Z., Valero, M., Huey, K & Boppar, M., 2011, The $\alpha 7\beta 1$ -integrin increases muscle hypertrophy following multiple bouts of eccentric exercise, *J Appl Physiol*, vol. 111, nr. 4, s. 1134-1141.

BILAGOR / APPENDICES

BILAGA 1

Kvalitetsgranskningsfrågor

Följande frågor har använts för kvalitetsgranskningen.

1. Finns det en i förväg bestämd hypotes eller tydlig frågeställning?
2. Är studien uppbyggd på ett sådant sätt så hypotesen kan bekräftas eller förkastas.
3. Finns det en försöksgrupp och är den representativ samt tillräckligt stor?
4. Finns det en godtagbar kontrollgrupp?
5. Är mätmetoderna tillförlitliga?
6. Redovisas alla väsentliga uppgifter?
7. Är det troligt att oönskade eller ovidkommande faktorer inte kan ha påverkat resultatet?
8. Är de statistiska metoderna adekvata? (Forsberg & Wengström 2003 s. 121)