

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

EDUARDO FELIPE SCHENFELD BRANDT

**EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO COM OCLUSÃO  
VASCULAR NA HIPERTROFIA E FORÇA MUSCULAR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2015

EDUARDO FELIPE SCHENFELD BRANDT

**EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO COM OCLUSÃO  
VASCULAR NA HIPERTROFIA E FORÇA MUSCULAR**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à disciplina de TCC2 do Curso de Bacharelado em Educação Física do Departamento Acadêmico de Educação Física - DAEFI da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para a aprovação na mesma.

Orientadora: Profa. Dra. Cintia de Lourdes Nahhas Rodacki

CURITIBA

2015



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Curitiba

Gerência de Ensino e Pesquisa  
Departamento de Educação Física  
**Curso Bacharelado em Educação Física**



---

---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### **EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO COM OCLUSÃO VASCULAR NA HIPERTROFIA E FORÇA MUSCULAR**

Por

**EDUARDO FELIPE SCHENFELD BRANDT**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC 2) foi apresentado no dia 18 de março de 2015, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física. O candidato foi argüido pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho **aprovado**.

---

Profa. Dra. Cintia de Lourdes Nahhas Rodacki  
Orientadora

---

Prof. MSc. João Egdoberto Siqueira  
Membro titular

---

Prof. Dr. Fabiano Salgueirosa  
Membro titular

## RESUMO

BRANDT, Eduardo. Efeitos do Treinamento Resistido com Oclusão Vascular na Hipertrofia e Força Muscular. 2015. 35 f. Monografia de Graduação (Bacharelado em Educação Física) – Departamento Acadêmico de Educação Física. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

O treinamento resistido de alta intensidade é o método mais utilizado para o desenvolvimento da força e de massa muscular. O presente estudo tem o objetivo de verificar os achados na literatura sobre os efeitos do exercício resistido com restrição do fluxo sanguíneo. Buscas foram realizadas nos últimos 6 anos, nas principais bases de dados: BIREME, SciELO, PUBMED e LILACs e foram selecionados 14 estudos. Todos os estudos analisados demonstraram que o treinamento com oclusão vascular com baixa intensidade pode promover ganhos de hipertrofia e força muscular similares ao treinamento tradicional de alta intensidade. Foram encontrados aumentos na área de secção transversa de 3% a 8% em membros superiores ou inferiores, e em ganhos na espessura muscular analisada por ultrassom de 11% a 16%. Ganhos significativos de força (6,7% a 33,4%) foram encontrados após a aplicação do método *KAATSU*. Os estudos revisados utilizam diferentes metodologias, instrumentos e parâmetros para quantificar as mudanças na hipertrofia e/ou força muscular tornando difícil a comparação entre os mesmos. O número de sujeitos analisados é pequeno e os períodos de treinamento são curtos, sugerindo a realização de novos estudos que possam responder algumas questões não resolvidas e sirvam de guia para a aplicação clínica do método e para estudos futuros. Conclui-se que exercícios resistidos de baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo (*KAATSU*) causam adaptações fisiológicas musculares similares ao treinamento tradicional de alta intensidade.

**Palavras-chave:** Treinamento resistido. Oclusão vascular. Hipertrofia. Força.

## ABSTRACT

BRANDT, Eduardo. Effects of Blood Flow Restriction Resistance Training on Hypertrophy and Strength Development. 2015. 35 f. Monografia de Graduação (Bacharelado em Educação Física) – Departamento Acadêmico de Educação Física. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

High-load resistance training is the usual method for developing strength and fat-free mass. Low-load resistance training with blood flow restriction (KAATSU) causes muscular adaptations such as traditional high-load training. The main objective of this study is to verify findings on literature about resistance training with blood flow restriction. Searches were made on the last 6 years on the main databases: BIREME, SciELO, PUBMED and LILACs and 14 studies were selected. All studies analyzed showed that this training method may provide similar gains on hypertrophy and strength as high-load exercises. Gains on cross sectional area were found (3%-8%) and on muscle thickness (11%-16%). Significant gains on strength (6,7-33,4%) were also found. Different procedures, instrument and patterns were used, turning harder to compare some studies. The number of subjects is small and the length of training is short on most studies, suggesting that new studies are required in order to solve some unanswered questions and create an adequate guide-line. In conclusion, low-load resistance training is capable of inducing similar strength and hypertrophy as traditional high intensity training.

**Keywords:** Resistance training. Blood flow restriction. Hypertrophy. Strength.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	6
1.1 JUSTIFICATIVA .....	7
1.2 HIPÓTESE .....	8
1.3 OBJETIVO GERAL .....	8
1.3.1 Objetivo(s) Específico(s) .....	8
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	10
2.1 TREINAMENTO RESISTIDO, FORÇA E HIPERTROFIA .....	10
2.2 O KAATSU .....	10
2.2.1 Respostas Fisiológicas ao Treinamento com Oclusão Vascular .....	11
2.2.2 Resposta Hormonal .....	12
2.2.3 Adaptação Neural e Neuromuscular .....	12
2.2.4 Expressão Gênica .....	13
2.2.5 Alterações Metabólicas .....	13
2.2.6 Segurança e Aplicabilidade .....	14
2.2.7 Treinamento em Hipóxia sem Isquemia .....	14
<b>3 METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	15
3.1 TIPO DE ESTUDO .....	15
3.1.1 Critérios de Inclusão .....	10
3.1.2 Critérios de Exclusão .....	10
3.2 BASES DE DADOS BIBLIOGRÁFICOS .....	16
3.2.1 Descritores .....	16
3.3 RISCOS E BENEFÍCIOS .....	16
3.4 ANÁLISE DOS DADOS .....	16

<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>19</b>
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Força é um dos componentes motores da aptidão física relacionada à saúde que representa quantidade máxima de tensão que um músculo ou grupamento muscular pode produzir em um padrão específico de movimento realizado em determinada velocidade (KNUTTGEN, 1987; KRAEMER, 2009). A força é um importante modulador do sistema musculoesquelético e quando desenvolvida pode prevenir problemas posturais, articulares e lesões musculoesqueléticas, osteoporose, lombalgia e fadigas localizadas (BOUCHARD; SHEPHARD; STEPHENS, 1993, p. 172). A maneira mais comum e eficiente de promover o aumento de força, hipertrofia e desempenho motor é o treinamento contra-resistido de alta intensidade (FLECK E KRAEMER, 2006). Porém, indivíduos que sofrem de algum tipo de doença ósteo-articular e, morbidades, processos pós-cirúrgicos ou lesões são incapazes de realizar esforços mais intensos.

Estuda-se uma forma de treinamento que gere ganhos de força e hipertrofia que consiste em realizar exercícios resistidos de baixa intensidade (20% de 1RM) utilizando um torniquete com uma pressão específica no membro exercitado, afim de causar uma restrição do fluxo sanguíneo localizado (TAKARADA et al., 2000). Esta técnica, conhecida como *KAATSU*, surgiu nos anos 60 e se popularizou no Japão décadas depois, com a premissa de que pode-se obter resultados tão eficientes quanto os de um treinamento resistido de alta intensidade (SATO et al., 2006), porém sem causar dano muscular e estresse. Várias pesquisas têm registrado aumentos na hipertrofia muscular e na força com este tipo de treinamento (MCCALL et al., 1996; MANIMMANAKORN et al., 2013, FRY et al., 2010; ABE et al., 2005; 2009), mostrando dessa forma que o treinamento de *KAATSU* é um método promissor para o ganho de força e de hipertrofia em indivíduos que apresentam problemas clínicos, que estão em um processo de reabilitação, incluindo indivíduos saudáveis ou mesmo para potencializar a performance atlética (PARK; KIM; CHOI; 2010; MANIMMAKORN et al., 2013).

O treinamento de baixa intensidade com oclusão vascular (*KAATSU*) induz ganhos de força e hipertrofia muscular na ausência de danos musculares, mecanismo que normalmente acompanha o treinamento resistido com altas cargas (TAKARADA et al., 2000). De fato, como demonstrou o estudo de Suga et al. (2012),



o uso da restrição do fluxo sanguíneo no treinamento resistido de baixa intensidade (20% 1RM) geraram ganhos na força e em hipertrofia dos flexores plantares similares aos indivíduos que realizaram o treinamento resistido tradicional (65% 1RM). Também existem relatos de que a técnica auxilia na recuperação de lesões. Lejkowski e Pajaczkowski (2011) aplicaram o treinamento de KAATSU em um atleta que passou por uma cirurgia, após romper o ligamento cruzado anterior. A restrição vascular mostrou acelerar o processo de recuperação, além evitar perda da área de secção transversa da coxa do atleta.

O treinamento com oclusão vascular mostra-se eficiente, não apenas para grupos especiais e sedentários, mas também para jovens de boa condição física, como foi registrado em estudos previamente realizados por Takarada, Kearns e Yoshiaki (2002). As explicações para o ganho da força e hipertrofia através do KAATSU apresentadas pelos estudos revelam que a restrição do fluxo sanguíneo local leva a hipóxia e a um aumento de metabólitos, conseqüentemente gerando uma acidose local que estimula uma série de mecanismos importantes para o aumento da força e hipertrofia muscular tais como: maior ativação das fibras musculares do tipo II, sinalização às células satélites, o aumento dos níveis séricos de GH, IGF-1 e óxido nítrico, diminuição da expressão gênica da miostatina, que é uma proteína responsável a retardar o desenvolvimento muscular e aumenta a expressão gênica da proteína mTORC1, que está altamente associada com o desenvolvimento das células musculares (CHARETTE et al., 1991; LAURENTINO; AGRINOWITSCH, 2012; FRY et al., 2013).

Os estudos que utilizaram o treinamento com baixas cargas e restrição do fluxo sanguíneo local são recentes e utilizam metodologias variadas, desta forma, o objetivo do presente estudo é revisar as evidências científicas que mostram os efeitos, riscos e benefícios do treinamento de *KAATSU* sobre a força e a hipertrofia muscular.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O recente tipo de treinamento para o ganho de força que consiste em executar exercícios resistidos de baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo

venoso apresenta resultados promissores. Por ser um método novo e que vem apresentando resultados divergentes, existe a necessidade de revisar as evidências científicas que mostram os efeitos, riscos e benefícios do treinamento de *KAATSU* sobre a força e a hipertrofia muscular. A revisão sistemática é uma maneira interessante de esclarecer os efeitos, riscos e benefícios do método, para que mais tarde possa ser utilizado em atletas para a melhora da performance esportiva, como também na população geral que tem dificuldade no ganho de força e na massa muscular, como idosos, indivíduos que sofrem algum tipo de doença ósteo-articular, morbidades, processos pós-cirúrgicos, lesões, e que são incapazes de realizar esforços mais intensos.

## **1.2 HIPÓTESE**

O treinamento resistido de baixa intensidade com oclusão vascular pode promover ou amplificar os ganhos de massa muscular e força em indivíduos saudáveis e debilitados, sem eminentes riscos.

## **1.3 OBJETIVO GERAL**

O presente estudo tem por finalidade realizar uma revisão sistemática para se investigar a efetividade do treinamento com oclusão vascular em força e hipertrofia.

### **1.3.1 Objetivo(s) Específico(s)**

Analisar os efeitos de estudos que observaram o efeito do treinamento de *KAATSU* no aumento da hipertrofia;

Verificar nos artigos o efeito do treinamento de *KAATSU* no aumento da força;

Observar qual protocolo aplicado apresentou maiores resultados;  
Associar os resultados com a metodologia utilizada;  
Relacionar os achados com as alterações fisiológicas encontradas;

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 TREINAMENTO RESISTIDO, FORÇA E HIPERTROFIA

Sabe-se que o treinamento resistido com altas cargas, múltiplas séries e repetições aumentam a força e a área de secção transversa dos músculos do corpo humano. Este processo é chamado de hipertrofia muscular, que ocorre com o aumento no tamanho e possivelmente no número de miofibrilas das fibras musculares. (KRAEMER et al., 2002; HÄKKINEN et al., 2000). A maximização de força muscular é atribuída tanto na área de secção transversa muscular quanto na coordenação neural, e para que isto ocorra de maneira categórica, devem-se ser impostas cargas próximas da máxima ou estímulo longo o suficiente (CREWETHER, CRONDINAND, KEOGH, 2005).

O mecanismo do crescimento da massa muscular é regulado tanto por fatores sistêmicos e por fatores locais, concentração sarcoplasmática de cálcio, estoque de nutrientes, concentração intramuscular de oxigênio, citocinas e temperatura. Estes fatores aumentam diretamente ou indiretamente a quantidade de proteínas da miofibrila que compõe a musculatura esquelética (RENNIE et al., 2004). O treinamento de força e o sistema endócrino também têm uma relação íntima. Este tipo de treinamento gera diversas mudanças hormonais agudas. (DESCHENES e KRAEMER, 2002). Em diversos estudos foram observados diferenças nas concentrações plasmáticas de testosterona, cortisol, somatotropina (hGH), somatomedinas (IGFs, MGF) e insulina com o treinamento resistido (HASANI-RANJBAR et al., 2012; HAYES, BICKERSTAFF, BAKER, 2010; CREWETHER et al., 2006; DESCHENES, KRAEMER W, 2002; IVY, 1997).

### 2.2 O KAATSU

O *KAATSU* foi criado pelo dr. Yoshiaki Sato em 1966, quando hipotetizou que a isquemia local poderia trazer benefícios estéticos, e aplicando em si mesmo esta

técnica, notou melhora significativa nos seus músculos com semanas de aplicação. Anos depois, após Sato passar por várias experiências que o auxiliaram a desenvolver seu método com mais segurança, sofreu um sério acidente que causou uma lesão em seu joelho, e diagnosticaram a necessidade de realizar uma cirurgia. Sato recusou e começou a aplicar sua técnica, levando a que seu médico ficasse impressionado com a sua recuperação. A técnica foi popularizada nos anos 2000 e 2002, com as publicações de Takarada et al. (2000; 2002), que chamaram muita atenção do público (SATO et al., 2005).

Por mais que desde os últimos 10 anos haja muita publicação sobre os efeitos do *KAATSU*, ainda não está claro quais são todos os mecanismos de alteração fisiológica promovidos pela hipóxia combinado com o treinamento resistido e a segurança de sua aplicação (MANIMMANAKORN et al., 2013).

O mecanismo de geração de hipertrofia e força pelo treinamento resistido com oclusão vascular se dá por uma série de eventos. A restrição do fluxo sanguíneo local leva a uma hipóxia, que gera um aumento de metabólitos, causando assim uma acidose local. Com isso ocorre a sinalização às células satélites, o aumento dos níveis séricos de GH, IGF-1 e óxido nítrico, diminuição da expressão gênica da miostatina, que é um gene que retarda o desenvolvimento muscular e aumenta a expressão gênica da proteína mTORC1, que está altamente associado com o desenvolvimento das células musculares, além do baixo nível de oxigênio causar a inativação das fibras do tipo I, tendo maior sobrecarga nas fibras do tipo II, que são estruturalmente mais volumosas (CHARETTE et al., 1991; LAURENTINO; AGRINOWITSCH, 2012; FRY et al., 2013).

### 2.2.1 Respostas Fisiológicas ao Treinamento com Oclusão Vascular

Muitos estudos envolvendo jovens e adultos demonstraram que o treinamento com oclusão vascular aumentou a área de secção transversal e torque isométrico máximo dos músculos trabalhados sobre isquemia tanto quanto indivíduos treinados com alta intensidade (TAKARADA, SATO e ISHII, 2001; WERNBOM et al., 2011).

São diversos os estudos que demonstram ganhos na área de secção transversal e força na articulação do joelho em membros inferiores com caminhada

combinada com oclusão vascular de membros inferiores (ABE et al., 2006; 2009; 2010; OZAKI et al., 2011). Abe et al. (2011), ao realizarem este tipo de treinamento com jovens, encontraram que apenas os grupos musculares que estavam sob isquemia obtiveram aumento na área de secção transversal.

Estudos que utilizaram protocolos de exercício resistido combinado com oclusão vascular mostraram ganhos não só na musculatura alvo, mas também na musculatura que não estava em isquemia, quando utilizados exercícios compostos, tanto no peitoral, em que o exercício utilizado foi supino (YASUDA et al., 2010) e no glúteo máximo, na máquina *legpress* (ABE et al., 2005). Isso pode demonstrar que os efeitos do exercício em isquemia podem afetar grupamentos musculares que não estão afetados pela restrição do fluxo sanguíneo.

Também há registros da melhora no VO<sub>2</sub> em treinamento resistido em isquemia (KACIN e STRAZAR, 2011)

Treinamento intermitente com hipóxia também mostrou melhorar o desempenho aeróbio e anaeróbio de atletas (MANIMMANAKORN, 2013; MEUUWSEN, 2001; WOOD, 2006).

### 2.2.2 Resposta Hormonal

Diversos autores encontraram aumento significativo da secreção aguda de GH após o TROV (TAKARADA et al., 2000; PIERCE et al., 2006; REEVES et al., 2006). Kon et al. (2010) encontraram maior aumento do hormônio do crescimento pós exercício com a hipóxia do que em normóxia.

Estudos também mostram significativos aumentos agudos de IGF-1 (que está altamente relacionado com o GH) em poucas semanas de treinamento com TROV (ABE et al., 2005; TAKANO et al., 2005).

### 2.2.3 Adaptação Neural E Neuromuscular

Sabe-se que em condições normais, as fibras do tipo I são recrutadas antes que as fibras do tipo II, pois são predominantemente utilizadas durante as

contrações menos intensas. As adaptações musculares ao treinamento oclusivo ocorrem com maior prevalência das fibras do tipo II, com maior geração de força (CHARETTE et al., 1991; MCCALL et al., 1996; HENNEMAN et al., 1965 apud SUGA et al., 2011).

Existem evidências que as fibras do tipo II são mais recrutadas em situações de hipóxia ou isquemia, pois as fibras do tipo I fadigam rapidamente com níveis baixos de oxigênio (MELISSA; MACDOUGALL; TARNOPOLSKY, 1997). Suga et al. (2011) concluíram que a diminuição do oxigênio local promovido pelo treinamento com oclusão vascular com baixa intensidade ocasionou em maior recrutamento das fibras do tipo II do que o grupo sem oclusão, e similar a grupo sem restrição e alta intensidade.

#### 2.2.4 Expressão Gênica

A miostatina é uma grande proteína reguladora da massa muscular, que quando superestimuladas, diminuem a massa magra e o tamanho das fibras musculares. Laurentino et al., (2012) encontraram alterações consideráveis na expressão gênica por inibição do RNA mensageiro específico da miostatina com o treinamento de oclusão vascular de baixa intensidade (40% 1RM), similares ao treinamento com alta intensidade (80% 1RM). Além disso, encontrou outros efeitos positivos na expressão gênica de isoformas da filostatina (GASP-1 e SMAD-7), que estimulam o crescimento muscular.

O mTORC1 (proteína alvo da rapamicina em mamíferos complexo 1) é uma subdivisão da proteína mTOR, mais responsável pela regulação positiva da hipertrofia muscular (O'NEIL, 2009). Fry et al. (2010) concluíram que o treinamento resistido combinado com a oclusão vascular aumenta a expressão do mTORC1, gerando conseqüentemente maior síntese proteica.

#### 2.2.5 Alterações Metabólicas

A diminuição nos níveis de oxigênio podem causar uma produção maior de óxido nítrico, que por sua vez estimulam o crescimento muscular pela ativação de células satélites musculares (ANDERSON, 2000).

O treinamento resistido com baixa a moderada intensidade com oclusão vascular ou em situações de hipóxia pode diminuir a concentração de oxigênio no sangue (MANNIMAKORN, 2013).

Sugaya, Yamada e Suga (2011) demonstraram que este tipo de treinamento pode causar um grande aumento na concentração de fosfato inorgânico intramuscular, levando a musculatura à fadiga metabólica com baixa intensidade.

#### 2.2.6 Segurança E Aplicabilidade

Segundo um estudo de revisão realizado por Loenneke et al., (2011), os presentes estudos mostraram que os indivíduos respondem de maneira semelhante ao treinamento com oclusão vascular. Ainda que não haja estudos longitudinais para se comprovar a segurança da aplicação, são poucos os estudos que relatam algum tipo de queixa ou lesão.

#### 2.2.7 Treinamento em Hipóxia sem Isquemia

Como alternativa ao *KAATSU*, alguns estudos compararam efeitos da diminuição da concentração de oxigênio (hipóxia) por meios de máscaras com situações normais de oxigênio (normóxia) e treinamento com isquemia. Manimmakorn et al., (2013) demonstrou que os ganhos em hipertrofia promovidos pelo TROV são muito similares aos do treinamento resistido com baixa concentração de oxigênio relativo. Nishimura, Sugita e Kato (2010) reportou aumento maior da área de secção transversa em flexores de cotovelo no grupos que treinaram em situação de hipóxia em relação ao grupo de controle.



### 3 METODOLOGIA DE PESQUISA

#### 3.1 TIPO DE ESTUDO

O presente estudo apresentou uma revisão sistemática baseado nas recomendações de Sampaio e Mancini (2007).

“Esse tipo de investigação disponibiliza um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada.” (SAMPAIO; MANCINI, 2007)

##### 3.1.1 Critérios de Inclusão

- Estudos publicados na língua inglesa;
- Entre os anos de 2008 e 2014;
- Utilize as técnicas de oclusão vascular com devido controle da pressão nos membros superiores ou inferiores com a realização de exercícios resistidos ou contínuos.

##### 3.1.2 Critérios de Exclusão

- Estudos não disponíveis;
- Estudos realizados em animais;
- Estudos realizados com crianças;
- Estudos que utilizam metodologias que fogem das utilizadas no treinamento *KAATSU* visando hipertrofia;
- Com amostra menor que oito indivíduos;
- Estudos em indivíduos com patologias.

### 3.2 BASES DE DADOS BIBLIOGRÁFICOS

A busca dos artigos foi realizada de forma sistemática através do banco de dados eletrônicos do Centro Latino-Americano de Informação em Ciências da Saúde (BIREME) que engloba as bases de dados *Medline/Pubmed (National Library of Medicine)*, *LILACS (Literatura Latinoamericana e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde)*, *Science Direct* e *SciELO (Scientific Electronic Library Online)*.

#### 3.2.1 Descritores

Nos sítios de pesquisa mencionados, os seguintes descritores em inglês foram utilizados em associação estando os mesmos presentes como descritores em ciências da saúde (DeCS): *Restricted Blood Flow, KAATSU, resistance training, muscle hypertrophy, strength*.

Para a associação entre os descritores foram estabelecidas as variáveis independentes (*Restricted Blood Flow, KAATSU*) e a variável dependente (*muscle strength, muscle hypertrophy*).

### 3.3 RISCOS E BENEFÍCIOS

Não há riscos envolvidos por tratar-se de um estudo teórico. O desenvolvimento deste trabalho pode ampliar a compreensão dos efeitos do exercício com oclusão vascular e dar mais suporte nas evidências científicas.

### 3.4 ANÁLISE DOS DADOS

A associação dos descritores resultou em um número de artigos que foram selecionados ou excluídos de acordo com o diagrama (figura 1).

A leitura dos artigos foi realizada de forma independente por dois revisores aplicando os critérios de inclusão e exclusão, sendo que, posteriormente realizaram um encontro de consenso para esclarecimento de potenciais conflitos em relação aos artigos encontrados chegando a um total de artigos relevantes. Após a leitura minuciosa de ambos os revisores e de acordo com os critérios previstos para incluir o artigo na revisão sistemática, foram selecionados alguns trabalhos para a revisão final obedecendo aos critérios estabelecidos para a elaboração da revisão sistemática.

A análise dos dados foi realizada em pares e organizada sistematicamente, com obtenção dos seguintes dados: citação, amostra, nível de atividade física da amostra, pressão aplicada, exercício utilizado, intensidade do exercício, frequência de treinamento, duração da aplicação do treinamento, protocolo utilizado, instrumento de medida, resultados em hipertrofia, resultados em força e outros achados (tabela 1).

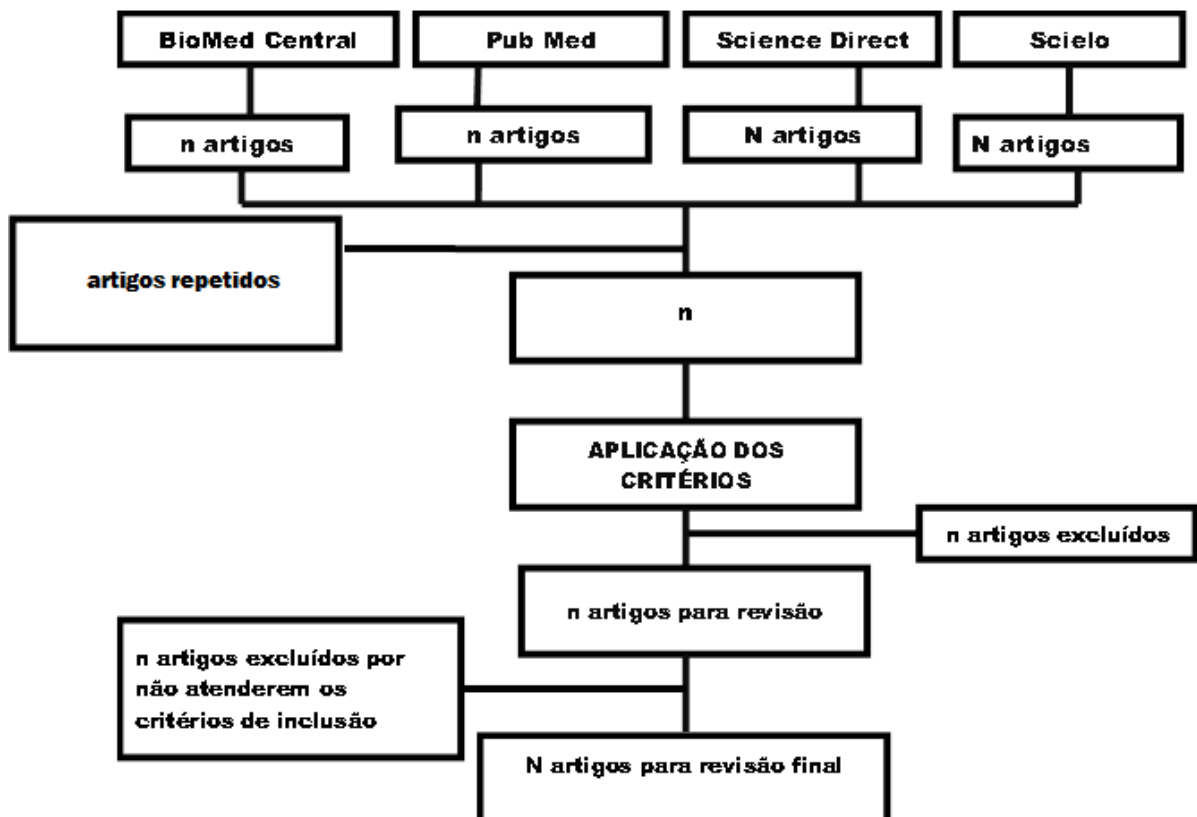


Figura 1 - Processo de seleção do estudo.

Fonte: Autoria própria

Tabela 1 – Dados a serem analisados.

Citação	Amostra	Nível de AF	Exercício	Pressão	Intensidade	Freq. de treinamento	Duração	Protocolo	Instrumento de medida	Resultados Hipertrofia	Resultados Força	Achados
Exemplo (2014)	20: A)LI-BFR; B) HIT	Ativo	Extensão de Joelhos	120mmHg	20%	3x/semana	6 semanas	3x15, rep 30'	Ultrassom	9%	12%	IGF-1 +400% pós exer

## 4 RESULTADOS

Foram identificados 206 estudos com a combinação dos descritores nos portais de busca, conforme metodologia. Após passar pelos critérios previamente definidos e revisados em pares, apenas 14 estudos foram selecionados. A tabela 2 abaixo apresenta os dados revisados sistematicamente e estão ordenados pela data de publicação.

Todos os estudos analisados demonstraram que o treinamento com oclusão vascular com baixa intensidade promove ganhos de hipertrofia e força similares ao treinamento de alta intensidade e/ou maiores que os grupos de controle. Foram encontrados aumentos na área de secção transversa de 3% a 8% em membros superiores e inferiores, e em espessura muscular analisada por ultrassom ocorreram aumentos de 11% a 16%. Ganhos significativos de força (6,7% a 33,4%) foram encontrados.

Tabela 2 – Dados Revisados

(continua)

Citação	Amostra	Nível de AF	Exercício	Pressão	Intensidade	Freq. de treinamento	Duração	Protocolo	Instrumento de medida	Resultados Hipertrofia	Resultados Força	Achados
FUJITA (2008)	16: 8 BFR-LI e 8 LI	ativos	Extensão da perna	200mmHg	20% 1RM, cadência 2:2	2x/dia	6 dias	30x15+15+15	MRI CSA	CSA quadríceps (2.4%), volume quadríceps (3%)	1RM +6.7%	Não houve mudança em sinalizadores inflamatórios.
SAKURABA, K., ISHIKAWA, T. (2009)	21: A) BFR alta vel.; B) BFR baixa vel.; C) alta vel.; D) baixa vel.	ativos	Flexão e extensão da perna, isocinético	200mmHg	Alta velocidade: 300°/s; Baixa velocidade: 90°/s	2x/semana	4 semanas	3x10	MRI CSA	Aumento de 5.4% em CSA de quadríceps (A e B).	1RM +7.7%	A teve ganhos em varias vel. B teve apenas na concentrica.
ABE (2010a)	19: 9 BFR- caminhada e 10 caminhada	não-ativos	Caminhada	160-210mmHg	BFR: 40%VO2max	3x/semana	8 semanas	BFR 15' e CON 45'	MRI CSA	CSA coxa +3.4% e quadríceps +4.6 para o grupo BFR. .	1RM +7.7%	VO2max e tempo de exercício até exaustão aumentou.
ABE (2010b)	19: 9 BFR- bicicleta e 10 bicicleta	não-ativos	Pedalar	160-210mmHg	BFR: 40%VO2max	3x/semana	8 semanas	BFR 15' e CON 45'	MRI CSA	CSA coxa +3.4% e quadríceps +5.2 para o grupo BFR.	1RM + 7.7%	VO2max apresentou melhoras significativas quando utilizado o BFR.
SAKAMAKI et al. (2011)	17: 9 BFR walk; 8 walk	ativos	Caminhada	160-320mmHg	50m/min	2x/dia, 6x/semana	3 semanas	5x2 minutos, intervalo de 1 minuto entre séries.	Ultrassom CSA	CSA quadríceps +3.8% Glúteo e Músculos 0%.		
YASUDA et al. (2011a)	30: BFR, HI, CON.	ativos	Supino	100-160mmHg	30% E 75%	3x/semana	6 semanas	BFR: 30x3x15 com 30" entre séries; HI: 3x10 com 3' entre séries	CSA	CSA Triceps 4.9%, Peitoral 8.3%	1RM aumentou 8,7%	BFR não mostrou ganhos de hipertrofia em tronco, diferente do HIT.
YASUDA et al. (2011b)	10: 5 BFR e 5 controle	Ativos	Supino	100-160mmHg	30% 1RM	2x/dia, 6x/semana	2 semanas	30x15+15+15, 30" intervalo	Ultrassom MTH	MTH triceps +8% e peitoral +16% para BFR.	1RM +6%	Sem mudanças nos níveis de hormônios ou nos marcadores inflamatórios

Tabela 2 – Dados revisados

Citação	Amostra	Nível de AF	Exercício	Pressão	Intensidade	Freq. de treinamento	Duração	Protocolo	Instrumento de medida	Resultados Hipertrofia	Resultados Força	Achados
Yasuda et al (2012)	10, um braço BFR-concêntrico (A) e outro BFR-Excêntrico (B)	Ativos	Flexão de antebraço	100-160mmHg	30%1RM	3x/semana	6 semanas	30x15+15+15, 30" intervalo, cadência 1,5-1,5	MTH, CSA	MTH agudo A: 11%, B: 3.9%; CSA A: 12%, B: 5%.	1RM aumentou apenas para A (8,6%).	Concêntrico aumenta mais o inchaço e dor.
LOWERY et al. (2013)	20, divididos em 2: A) BFR+HI; B) HHBFR	Ativos	Flexão de antebraço	Sem controle, escala de 0-10, nível 0 (HI) e nível 7 (BFR)	30%1RM (BFR), 60%1RM (HI)	2x/semana	8 semanas (4+4)	3 séries, 30 reps (BFR) e 15 reps (HI).	Ultrassom (MTH)	A e B semana 0 a 4 (6.9% e 8.6%) e da 4 a 8 (4.1% e 4.0%).		Os dois protocolos continuam estimulando hipertrofia.
MARTÍN-HERNÁNDEZ et al. (2013a)	35, : A) BFR volume baixo; B) BFR volume alto; C) HI	Ativos	Extensão da perna	110mmHg	A e B: 20%1RM; HI: 85%1RM	Agudo	Agudo	A) 1x30 rep + 3x15 rep; B) 1x30 + 3x15, 5 min intervalo, 1x30 + 3x15; C) 3x8	Ultrassom e ângulo de penetração	Reto femoral (13% em A, 18% em B).	1RM aumentou 6,8% nos dois grupos.	B e C: acréscimos no ângulo de penetração e espessura muscular.
MARTÍN-HERNÁNDEZ et al. (2013b)	39, 4 grupos: BFR-BaixoV, BFR-AltoV, HIT e CON	ativos	Extensão de perna	110mmHg	20%; HIT 85%	2x/semana	5 semanas	BFR-Baixo: 30x15+15+15 BFR alto: dobro; HIT: 3x8.	CSA	8,3% CSA	1RM aumentou 6,8%	
THEBAUD et al. (2013)	Idosos, 14, HI e BFR-LI	Mulheres pós menopausas	Supino, remada e desenvolvimento com elásticos	80-120mmHg	entre 15-30% 1RM	3x/semana	8 semanas	HI: 3x10 para cada exer., 1-2' intervalo; BFR-LI: 30x15+15, 30" intervalo.	Ultrassom, DXA	CSA de peitoral +12%. MMFr tendeu a aumentar.		Possível efeito sistêmico, educação cruzada ou pressão insuficiente.
WEATHERHOLD et al. (2013)	34, 2 grupos: BFR (um braço com cuff e outro sem) e CON.	ativos	Flexão e extensão de antebraço	90-180mmHg	20% 1RM	3x/semana	8 semanas	BFR em um braço. Série com ambos: 3x15 de cada exercício.	Tomografia (pOCT)	4,7%, sem diferenças entre os braços. BFR > COM	1RM +11% e flexão +13% (extensão e flexão de antebraço) em ambos	
YASUDA et al. (2014)	19, grupo BFR e grupo CON	Idosos	Extensão de perna e Leg-press	270mmHg	20% e 30% 1RM	2x/semana	12 semanas	BFR: 2x30+20x15+10 (extensora e legpress)	MRI CSA	CSA de quad 8%, adut 6,2%, glúteo 4,4% e 0% em Esquiotibiais.	1-RM extensão de perna 26% e 33.4% no legpress.	

(conclusão)

## 5 DISCUSSÃO

A presente revisão buscou esclarecer e trazer informações atualizadas sobre os efeitos do treinamento com oclusão vascular com baixa intensidade sobre a hipertrofia e força muscular. Uma das principais observações desta revisão é o fato de que os estudos levantados que utilizam o treinamento de baixa intensidade com oclusão vascular, utilizaram metodologias, instrumentos e parâmetros diferentes para quantificar mudanças na hipertrofia e/ou força muscular. Desta forma, torna-se difícil a realização de uma meta-análise para definir o tamanho-efeito. De fato, a obtenção de ganhos em força e hipertrofia muscular é um fator importante para a população geral e atletas, pois previne o aparecimento de lesões, melhora e/ou evita a perda da capacidade funcional e causa incrementos no desempenho (BOUCHARD; SHEPHARD; STEPHENS, 1993, p. 172).

A maneira mais comum e eficiente de promover o aumento de força e hipertrofia é o treinamento contra-resistido de alta intensidade tradicional (FLECK E KRAEMER, 2006). Porém, indivíduos que sofrem de algum tipo de doença ósteo-articular, morbidades, processos pós-cirúrgicos ou lesões são incapazes de realizar esforços mais intensos. O treinamento de baixa intensidade (20-30% de 1RM) com oclusão vascular parece ser uma forma inovadora de desenvolver a força e hipertrofia muscular. Porém ainda existe uma grande discrepância nos achados, uma vez que os estudos com *KAATSU* utilizam metodologias e protocolos de treinamento e avaliação diferentes. Os protocolos utilizados pelos estudos variam em relação à: duração (de 2 a 8 semanas); ao número de repetições (45 a 150); ao tipo de exercício (extensão e/ou flexão de perna ou antebraço, supino, remada, desenvolvimento, caminhada, pedalada); ao intervalo de recuperação; à velocidade de execução e pressão aplicada (80-320 mmHg).

Os estudos analisados que utilizam o método de treinamento *KAATSU*, mesmo aplicando protocolos diferentes, mostraram uma média de ganho de força de 9,2% para 1RM. Os maiores ganhos de força muscular foram encontrados nos estudos que aplicaram o treinamento *KAATSU* em idosos e que utilizaram exercícios multiarticulares (YASUDA et al., 2013; THIEBAUD et al., 2013).

Sabe-se que o treinamento resistido convencional de alta intensidade produz rápidos aumentos da força muscular resultantes de adaptações neurais e as



alterações hipertróficas ocorrem com o decorrer do programa e dos estímulos fisiológicos (ENOKA, 2002, p. 412). Porém um dos efeitos relevantes do treinamento de oclusão vascular é que os ganhos hipertróficos são encontrados antes mesmo de serem verificadas alterações/adaptações neurais (COOK et al., 2010). De fato, o estudo realizado por Yasuda et al. (2002b) utilizou a eletromiografia para verificar os efeitos do treinamento com oclusão vascular sobre os componentes neuromusculares e observou aumentos na produção da força sem alterar o padrão do sinal eletromiográfico entre as condições pré e pós treinamento. Ainda, Lowery et al. (2013) compararam dois grupos, um que realizou 4 semanas de treinamento de alta intensidade seguido de 4 semanas de treinamento de baixa intensidade com oclusão vascular e outro que realizou o procedimento inverso. O autor não encontrou diferenças no ganho de hipertrofia e força entre os grupos, indicando que a hipertrofia provinda do *KAATSU* realmente não depende diretamente de fatores neurais.

Os efeitos do treinamento com oclusão vascular sobre a força e a hipertrofia muscular parecem ser diretamente proporcionais ao período de treinamento. Os estudos que aplicaram um período de treinamento menores (de 1 a 4 semanas) mostraram menores ganhos de força e hipertrofia (SAKAMAKI et al., 2011; SAKURABA et al., 2009; FUJITA et al., 2008). Isso coincide com os dados de Loenneke et al. (2012), os quais afirmam que treinamentos com esta técnica por um período maior que 10 semanas revelaram ganhos significativamente maiores em hipertrofia e força quando comparados aos estudos de menor duração. Porém não foram encontrados estudos longitudinais que poderiam avaliar a maximização dos ganhos em hipertrofia e força relativa à duração do treinamento.

Não foi possível verificar uma relação entre a quantidade sessões por semana e de volume por sessão com ganhos na força e hipertrofia muscular. A maioria dos estudos observados utilizaram 3 sessões por semana e 75 repetições por sessão. Porém um dos estudos, de Martin-Hernandez et al. (2013a), comparou dois grupos com um protocolo igual, porém um grupo realizou 75 repetições e o outro grupo 150 repetições por sessão, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos, indicando que há um volume por sessão suficiente para que haja o estímulo máximo. O mecanismo para geração de força e hipertrofia deste método não se dá por dano ou inflamações, mas por acúmulo de metabólitos, portanto há um limite no quanto se consegue estimular por sessão de treinamento (COOK et al., 2010).

Poucos estudos realizaram o controle de cadência de movimento, Sakuraba e Ishikawa (2009) compararam com um equipamento isocinético a influência da velocidade de execução com ganhos em hipertrofia. Infelizmente o estudo não foi longo o suficiente para causar grandes diferenças em hipertrofia, porém foi constatado que o grupo que usou baixa velocidade angular (90°/s) apresentou pequenos ganhos em força durante a contração concêntrica. Já o grupo que utilizou velocidade angular maior (300°/s) adquiriu aumentos de força tanto na fase excêntrica quanto concêntrica da contração muscular.

A presente revisão sistemática encontrou alguns estudos que objetivaram identificar os efeitos agudos do treinamento de oclusão, tais como o inchaço muscular e a dor. Martin-Hernandez et al. (2013a) e Yasuda et al. (2011b) utilizaram o ultrassom como instrumento de medida para análise do efeito agudo do treinamento com oclusão vascular (espessura muscular). Foram encontrados aumentos de até 16% na espessura muscular do reto femoral e 8% no tríceps braquial pós exercício em ambos os estudos. Esse processo de inchaço muscular está relacionado com a inibição da proteólise, criando um balanço proteico positivo, com uma subsequente resposta anabólica da musculatura esquelética (BERNEIS, et al., 1999). Yasuda et al. (2012) encontraram a relação do inchaço muscular com o treinamento concêntrico. O trabalho isoladamente concêntrico combinado com oclusão vascular mostrou ter um efeito muito maior que o trabalho isoladamente excêntrico na mesma condição no aumento da espessura muscular aguda (12% contra 5%) e encontrou uma relação positiva desta com os ganhos de área de secção transversa no final do treinamento (11% contra 3,9%). Além disso, somente o trabalho concêntrico gerou ganhos consideráveis de força, também sendo o que causou percepções maiores de dor. Weatherhold et al. (2013) aplicaram o treinamento de oclusão vascular variando a pressão aplicada no manguito de forma a controlar o limiar da dor e concluiu que exercícios com oclusão com níveis muito baixo de dor ou desconforto não produziram ganhos hipertróficos desejados. Sugere-se que estas variáveis (inchaço e dor) estejam associadas com a maior produção de componentes ácidos, que estimulam a descarga de vários mecanismos que são favoráveis à hipertrofia, como aumento dos níveis de óxido nítrico, GH e IGF-1, de estimulação mecanismos que funcionam como “gatilho” causador da hipertrofia (mTORC1) e inibição de proteínas que inibem o crescimento muscular

(miostatina) (CHARRETE et al., 1991, LAURENTINO; AGRINOWITSCH, 2012; FRY et al., 2013).

Já foi previamente demonstrado a relação do ângulo de penação das fibras musculares com o treinamento de força e com a área de secção transversa (CSAPO et al., 2011). Quanto mais tensão interna é gerada no músculo, mais há aumento na penação de fibras, e isto é atribuído pelo aumento da rigidez nos tendões e aponeuroses gerados pelo treinamento de alta intensidade. O aumento do ângulo de penação da fibra é um dos fatores que interferem positivamente na área de secção transversa de um grupamento muscular (KUBO et al., 2006). Curiosamente, Martín-Hernandez et al. (2013) encontraram aumento de penação de fibras utilizando oclusão vascular com baixas intensidades e volume alto, mas isso não ocorreu com volume baixo. Isso indica que o tempo de tensão, mesmo com cargas baixas, também pode alterar este componente da arquitetura muscular, como já foi demonstrado previamente por Kubo et al. (2006).

Há controvérsias sobre um possível efeito sistêmico da oclusão vascular. Sakamaki et al. (2011) aferiram a área de secção transversa de quadríceps, glúteo máximo e iliopsoas após oclusão vascular com caminhada. Apenas a região abaixo da banda de pressão obteve hipertrofia, já glúteo máximo e iliopsoas não apresentaram nenhuma mudança. Yasuda et al. (2011a) experimentaram restringir o fluxo sanguíneo de membros superiores e realizar 6 semanas de supino reto com baixa intensidade, e apesar de obter hipertrofia nos grupos musculares analisados (peitoral e tríceps), não foi possível observar a correlação da hipertrofia entre eles, como ocorreu no grupo que realizou um protocolo clássico de hipertrofia com alta intensidade. Weatherhold et al. (2013) experimentaram deixar um dos braços ocluído e outro braço com um torniquete sem pressão. Ambos os braços obtiveram ganhos similares e significativos na hipertrofia. O autor declara que ganhos tão grandes não são encontrados em treinamento tradicional com baixa intensidade. Se o efeito não é sistêmico, existe a possibilidade do resultado ter sido causado por educação cruzada (ganhos no membro oposto ao treinado), como já foi relatado anteriormente (MADARAME et al., 2008).

A ativação muscular também parece se modificar com a oclusão vascular. Em dois estudos, Yasuda et al. (2011a, 2011b) realizaram testes de eletromiografia e constatou que tanto o peitoral maior quanto o tríceps braquial apresentaram maior ativação durante o exercício supino reto quando o membro está ocluído. Os autores

declaram que isto pode ocorrer devido à limitação na produção de energia causada pela oclusão vascular nos membros, que diminui a ação do sinergista e aumenta a ativação do agonista para supino reto. Deve-se notar que neste caso músculo peitoral maior não está em condições de hipóxia, portanto para esclarecer melhor o efeito de ativação muscular e um possível efeito sistêmico, poderia se designar um estudo com exercícios isoladores para peitoral maior com oclusão em membros, após uma série de exercícios isoladores para estes membros ocluídos, assim pode-se diferenciar se os ganhos foram causados pelo aumento da atividade do músculo ou por efeito sistêmico.

Três dos estudos revisados apresentaram metodologias diferentes dos demais, utilizando a oclusão vascular com exercícios contínuos (15 minutos de esteira ou bicicleta). Todos apresentaram ganhos muito próximos em área de secção transversa de quadríceps (3,8% a 5,2%) e significativamente maior que o grupo de controle. Notou-se que os estudos mais longos (Abe et al., 2010a, 2010b), mesmo tendo menos sessões, 8 semanas e 24 sessões, apresentou resultados maiores que o estudo mais curto (SAKAMAKI et al., 2011), com apenas 3 semanas porém com 36 sessões, estando de acordo com os dados anteriormente citados sobre duração de treinamento. Porém os estudos com exercícios contínuos apresentaram resultados em hipertrofia menores que os demais.

Uma limitação do estudo é que os dados coletados eram muito heterogêneos, portanto algumas variáveis não puderam ser comparadas. Porém, assim se conseguiu visualizar de maneira ampla a aplicação de metodologias diferentes e a obtenção de resultados mediante a ela. O autor sugere que novos estudos sejam aplicados com durações maiores que 10 semanas, de 3 a 5 vezes por semana, com volume por sessão de 75 repetições, enfatizando a contração concêntrica, com controle de cadência afim de realizar maior velocidade de execução.

## 6 CONCLUSÃO

O presente estudo evidencia que o treinamento de baixa intensidade com oclusão vascular causa aumentos significativos na força e massa muscular e apresenta dados que podem direcionar a produção de pesquisas mais homogêneas, afim de solucionar alguns mecanismos ainda desconhecidos sobre a geração de força e hipertrofia provindas deste método, sabendo que a duração de treinamento, o volume, a velocidade de execução e o tipo de contração são fatores que podem alterar amplamente o resultado. Estudos transversos e longitudinais sobre o tema devem ser produzidos nos próximos anos, e deveriam seguir um protocolo baseado nas revisões sistemáticas e meta-análises para que sejam bem direcionados de acordo com a literatura atual.

## REFERÊNCIAS

ABE, Takashi, et al., Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training. **International Journal of KAATSU Training Research**, v. 1, p. 6–12, 2005.

ABE, Takashi, et al., Skeletal muscle size and strength are increased following walk training with restricted leg muscle blood flow; implications for training duration and frequency. **International Journal of KAATSU Training Research**, v. 5, p. 9-15, 2005.

ABE, Takashi; KEARNS, Charles F.; SATO, Yoshiaki. 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**, dez. 2005.

ABE, Takashi; MIDORIKAWA, Yasuda. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily KAATSU resistance training. **International Journal of KAATSU Training**, v.1, p. 6-12, 2005.

ABE, Takashi et al. Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO<sub>2</sub>max in young men. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 9, p. 452-458, 2010.

ABE, Takashi et al. Effects of low-intensity walk training with restricted blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v. 33, p. 34-40, 2010.

ANDERSON, James E. et al. A role for nitric oxide in muscle repair: nitric oxide mediated activation of muscle satellite cells. **American Society of Cellular Biology**. p. 1859–1874, 2000.

BOUCHARD, Claude; SHEPHARD, Roy J.; STEPHENS, Thomas. **Physical activity, fitness and health: Consensus statement**. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1993.

CHARETTE; Sordin. L. et al. Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. **Journal of Applied Physiology**, v. 70, p. 1912–1916, 1991.

COOK, Summer B. et al. Skeletal muscle adaptation following blood flow restriction training during 30 days of muscular unloading. **Journal of Applied Physiology**, v. 109, p. 341-349, 2010.

CREWETHER, B., KEOGH, J.; CRONING, J.; COOK, C. Possible Stimuli for Strength and Power Adaptation Acute Hormonal Responses. **Journal of Sports Medicine**. v. 3, p. 36, 2006.

CREWETHER, Blair, et al. Possible Stimuli for Strength and Power Adaptation Acute Hormonal Responses. **Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 3, p. 215-238, 2006.

DESCHENES, Michael R.; KRAEMER, William J. Performance and physiological adaptations to resistance training. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 81, p. 3-16, 2002.

EKONA, Roger M. **Neuromechanics of Human Movement**, 3 ed., Kinesiology, 2002, p. 412.

FUJITA, Taku et al. Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow. **International Journal of KAATSU Training Research**, v. 4, p. 1-8, 2008.

FRY, Christopher S., et al. Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. **Journal of Applied Physiology**, v. 108, p. 1199-1209, 2010.

HÄKKINEN, Keijo, et al. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training detraining and re-strenght-training in middle-aged and elderly people. **European Journal of Applied Physiology**. v. 83, p. 51-62. 2000.

HASANI-RANJBAR, Shirin, et al. Time course responses of serum GH, insulin, IGF-1, IGFBP1, and IGFBP3 concentrations after heavy resistance exercise in trained and untrained men. **Endocrine**, v. 41, p. 144-51, fev. 2012.

HAYES, Lawrence .D.; BICKERSTAFF, Gordon .F.; BAKER, Julien. S. Interactions of cortisol, testosterone, and resistance training: influence of circadian rhythms. **Chronobiology International**, v. 27, p. 675-705. Jun, 2010.

IVY, John L. et al. Role of exercise training in the prevention and treatment of insulin resistance and non-insulin-dependent diabetes mellitus. **Sports and Medicine Journal**, v. 36, p. 321, 1997.

KACIN, Alan; AND STRAZAR, Kevin. Frequent low-load ischemic resistance exercise to failure enhances muscle oxygen delivery and endurance capacity. **Scandinavian Journal of Medicine Science and Sports**, v. 21, p. 231-241, 2011.

KNUTTGEN, Howard G.; KRAEMER, William J. Terminology and measurement in exercise performance. **Journal of Applied Sport Science Resolution**, v. 1, p. 1-10, 1987.

KON, Michihiro, et al., Effects of acute hypoxia on metabolic and hormonal responses to resistance exercise. **Medicine Science Journal of Sport and Exercise**, v. 42, p. 1279–1285, 2010.

KRAEMER, William J.; FLECK, Steven. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed. 2006, p.21.

LAURENTINO, Gilberto C.; UGRINOWITSCH, Carlos. Strength Training with Blood Flow Restriction Diminishes Myostatin Gene Expression. **American College of Sports Medicine**, v. 44, n. 3, p. 406-412, 2012.

LEJKOWSKI, Peter M.; PAJACZKOWSKI, Jason A. Utilization of Vascular Restriction Training technique in post-surgical knee rehabilitation: a case report and introduction to an under-reported training. **Journal of the Canadian Chiropractic Association**, v. 4, p. 55, 2011.

LOENNEKE, Jeremy et al. Effects of exercise with and without different degrees of blood flow restriction on torque and muscle activation. **Muscle and Nerve**, set. 2014.

LOWERY, Ryan P. et al. Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. **Clinical Physiology and Functioning Imaging**, v. 34, p. 317-321, jul. 2013.

MADARAME, Haruhiko, et al. Cross-transfer effects of resistance training with blood flow restriction. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 40, p. 258-263, fev. 2008.

MANIMMANAKORN, Apiwan et al. Effects of low-load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 16, p. 337-342, 2013.

MARTÍN-HERNANDEZ, Juan et al. Changes in muscle architecture induced by low load blood flow restricted training. **Acta Physiologica Hungara**, v. 100, p. 411-418, dez. 2013a.

MARTÍN-HERNANDEZ, Juan et al. Muscular adaptations after two different volumes of blood flow-restricted training. **Scandinavian Journal of Medical Science and Sports**, v.23, p. 114-120, 2013b.

MCCALL, Gary E. et al. Muscle fiber hypertrophy, hyperplasia, and capillary density in college men after resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v. 81, p. 2004–2012, 1996.

MEEUWSEN, Ted.; HENDRIKSEN, Ingrid. J. M.; HOLEWIJN, Michael. Training-induced increases in sea-level performance are enhanced by acute intermittent hypobaric hypoxia. **European Journal of Applied Physiology**, v. 84, p. 283–290, 2001.

MELISSA, Laurence, et al., Skeletal muscle adaptations to training under normobaric hypoxic versus normoxic conditions. **Medicine Science of Sport Exercise**, v. 29, p. 238–243, 1997.



NISHIMURA, Akinobu.; SUGITA, Masaaki.; KATO, Ko. Hypoxia increases muscle hypertrophy induced by resistance training. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 5, p. 497–508, 2010.

O'NEIL, Thomas. K, et al., The role of phosphoinositide 3-kinase and phosphatidic acid in the regulation of mammalian. **Journal of Physiology**, v. 584, p. 3691-3701, 2009.

OZAKI, Himoro. et al., Effects of 10 weeks walk training with leg blood flow reduction on carotid arterial compliance and muscle size in the elderly adults. **Angiology**, v. 62, p. 81–86, 2011.

PARK, Saejong, et al., Increase in maximal oxygen uptake following 2-week walk training with blood flow occlusion in athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 109, p. 591-600, 2010.

PIERCE, Joseph. R, et al., Growth hormone and muscle function responses to skeletal muscle ischemia. **Journal of Applied Physiology**, v. 101, n. 6, p. 1588–1595, 2006.

REEVES, Greg V. Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. **Journal of Applied Physiology**, v. 101, n. 6, p. 1616-22, 2006.

RENNIE, Michal J., et al. Control of the size of the human mass. **Annual Review of Physiology**, v. 66, p. 799-828.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 1, p. 83-89, fev. 2007

SAKAMAKI, Mikako, BEMBEN, Michael G., ABE, Takashi. Legs and trunk muscle hypertrophy following walk training with restricted leg muscle blood flow. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.10, p.338-340, 2011.

SAKURABA, Keishoru; ISHIKAWA, Takuji J. Effect of isokinetic resistance training under a condition of restricted blood flow with pressure. **Orthopedy Science**, v. 14, p. 631-663, 2009.

SATO, Yoshiaki et al. The history and future of *KAATSU* Training. **International Journal of KAATSU Training Resistance**. v. 1, p. 1-5, 2005.

SUGA, Tadashi; OKITA, Koichi; TAKADA, Shingo;. Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 6, p. 3915-3920, 2012.

SUGAYA, Masato; YASUDA, Tomohiro; SUGA, Tadashi. Change in intramuscular inorganic phosphate during multiple sets of blood flow-restricted

low-intensity exercise. **Clinical Physiology Functional Imaging**, v. 31, p. 411-413, 2011.

TAKANO, Haruhito, et al., Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. **European Journal of Applied Physiology**, v. 95 p. 65–73, 2005.

TAKARADA, Yudai, et al., Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. **Journal of Applied Physiology**. v. 88, p. 61–65, 2000.

TAKARADA, Yudai; SATO, Yoshiaki; ISHII, Naokata. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. **European Journal of Applied Physiology**, vol 86, n. 4, p. 308-314, 2002.

TAKARADA, Yudai; TAKAZAWA, Haruo; SATO, Yokashi. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. **Journal of Applied Physiology**, vol. 88, n. 6, p. 2097–2106, 2000.

THIEBAUD, Robert S. The effects of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on strength, total bone-free lean body mass and muscle thickness in postmenopausal women. **Clinical of Physiology and Functioning Imaging**, v. 33, p. 344-335, 2013.

WEATHERHOLT, Alyssa. Modified Kaatsu Training: Adaptations and Subject Perceptions **Medicine Science and Sports Exercise**, v. 45, p. 952-961, mai. 2013.

WERNBOM, Mathias, et al. Acute effects of blood flow restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic knee extensions at low load. **Journal of Strenght and Conditioning Research**. V. 23, p. 2389-2395, 2009.

WOOD, Matthew R.; DOWSON, Martin N.; HOPKINS, Will G. Running performance after adaptation to acutely intermittent hypoxia. **European Journal of Sport Science**, v. 6, p. 163–172, 2006.

YASUDA, Toshomiro et al. Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle hypertrophy: a pilot study. **Clinical of Physiology and Functional Imaging**, v. 30, n. 5, p. 338-343, 2010.

YASUDA, Tomohiro et al. Relationship between limb and trunk muscle hypertrophy following high-intensity resistance training and blood flow–restricted low-intensity resistance training. **Clinical Physiogy and Functoning Imaging**, v. 31, p. 347-351, 2011a.

YASUDA, Tohomiro et al. Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle hypertrophy: a pilot study. **Clinical Physiology and Functioning Imaging**, v. 30, p. 338-343, 2011b.

YASUDA, Tohomiro et al. Muscle size and arterial stiffness after blood flow-restricted low-intensity resistance training in older adults. **Scandinavian Journal of Medicine and Science Sports**, v. 24, p. 799-806, 2014.

YASUDA, Tohomiro et al. Effects of short-term detraining following blood flow restricted low-intensity training on muscle size and strength. **Clinical Physiology and Functioning Imaging**, v. 35, p. 71-77, 2015.