

O EFEITO DO TREINAMENTO RESISTIDO UTILIZANDO OCLUSÃO VASCULAR NA REABILITAÇÃO DE JOELHO

FELLIPE SILVEIRA DE MORAES¹
IRINEU JORGE SARTOR²

RESUMO

Introdução: A oclusão vascular consiste em um treinamento que envolve a diminuição do fluxo sanguíneo para os músculos ativos, através do uso de um manguito de pressão arterial ou outro dispositivo que restrinja o sangue durante o exercício. **Objetivo:** Investigar os efeitos da formação de resistência com oclusão vascular em ganhos de força e o volume muscular, e determinar se a resistência de baixa intensidade interfere o nível de fluxo sanguíneo do músculo em sua capacidade, comparativamente ao mesmo exercício sem oclusão. **Método:** Foram pesquisados estudos nas bases de dados eletrônicas ResearchGate, Pubmed, Dialnet e Bireme no período de outubro de 2018 à setembro de 2019, tendo como critério de inclusão estudos publicados a partir de 1964 até o ano de 2018. **Resultados:** A baixa intensidade combinada com a oclusão do fluxo sanguíneo (OFS), os resultados demonstraram hipertrofia muscular na coxa e aumento da força muscular em jovens e idosos. **Conclusão:** Os estudos demonstraram a eficácia no treinamento da oclusão de fluxo de sangue utilizando o treinamento resistido de baixa intensidade.

Palavras-chave: “oclusão vascular”, “resistência”, “intensidade”.

ABSTRACT

Introduction: Vascular occlusion is training that involves decreasing blood flow to the active muscles through the use of a blood pressure cuff or other device that restricts blood during exercise. **Objective:** To investigate the effects of resistance training with vascular occlusion on strength gains and muscle volume, and to determine whether low intensity resistance interferes with muscle blood flow level in its capacity compared to the same exercise without occlusion. **Method:** Studies were searched in the electronic databases ResearchGate, Pubmed, Dialnet and Bireme from October 2018 to September 2019, having as inclusion criteria studies published from 1964 to 2018. **Results:** Low intensity combined with blood flow occlusion (OFS), the results demonstrated muscle thigh hypertrophy and increased muscle strength in young and old. **Conclusion:** Studies have shown efficacy in training blood flow occlusion using low intensity resistance training.

Key words: "vascular occlusion", "resistance", "intensity".

INTRODUÇÃO

A oclusão vascular consiste em um treinamento que envolve a diminuição do fluxo de sangue para os músculos a serem trabalhados, através do uso de um manguito de pressão arterial ou outro dispositivo que restrinja o sangue durante o exercício (Loenneke J et al., 2010).

Nesse contexto, surgiu o método de treinamento Kaatsu, que consiste no treinamento de resistência com baixa intensidade combinado com oclusão vascular parcial, tendo como objetivo a redução do retorno venoso provocando o acúmulo de sangue nos vasos sanguíneos para induzir a hipertrofia muscular (Sato Y., 2005).

O aumento da resistência e ganho de massa muscular tem uma conexão direta com a fadiga muscular, a explicação para esta ocorrência é que a compressão no músculo encurtado gera tensão sobre os capilares, criando uma restrição de fluxo sanguíneo, diminuindo a taxa de remoção de metabólitos (Schott et al., 1995).

Os mecanismos específicos por trás do estresse metabólico para provocar hipertrofia não são claras, porém, vários estudos demonstraram aumentos expressivos de força e hipertrofia do treinamento metabólico e do sangue, quando avaliado o treino de oclusão vascular em comparação com o treinamento tradicional de alta intensidade (Gentil P et al., 2006).

Treinar com um estímulo de restrição vascular, demonstrou capacidade de acelerar o cansaço muscular com cargas leves. A hipóxia transitória associada com obstrução do fluxo de sangue em cargas baixas demonstra o aumento nas concentrações de lactato no sangue, taxa de disparo na unidade motora, todos estes buscando a fadiga muscular (Moritani T et al., 1992).

Analisando a expressão relacionada ao metabolismo das proteínas, a diminuição da atividade da miostatina (potente fator inibitório no crescimento muscular) demonstra ser maior nos grupos que realizavam treinamento com oclusão aliada a baixa intensidade, levando a maior ganho de força e hipertrofia muscular quando comparados a outros tipos de treinamentos (Laurentino G., 2010).

Acredita-se que a restrição do fluxo de sangue durante a baixa intensidade do exercício aumenta a resistência, a fosforilação, e a síntese de proteínas do músculo além de promover o aumento da força, tanto quanto a formação de resistência convencional com carga relativamente elevada. No entanto, o mecanismo celular responsável para ganhar força e hipertrofia induzida por oclusão do fluxo de sangue (OFS) não é completamente compreendido (Fujita S et al., 2007).

Um exemplo disso, é a recomendação de realizar exercícios de alta intensidade e misturando grupo muscular grande, em pequenos exercícios com a intenção de que pequenos músculos irão beneficiar, os amplos aumentos de hormônios anabólicos sistêmicas serão estimulados pelo exercício intenso de grupos musculares grandes (Ratamess N et al., 2009).

Esta oclusão parcial irá gerar um ambiente anaeróbio no ventre do músculo, antecipando-se assim a ativação das fibras do tipo II (contração rápida) e diminuindo assim a ativação das fibras tipo I (contração lenta) (Loenneke J et al., 2011).

A aplicação de oclusão vascular com o treino de baixa resistência eleva as concentrações plasmáticas de hormônio do crescimento (GH) e também a nora-epinefrina durante o exercício (Takarada Y et al., 2000).

A resposta metabólica gerada pelo exercício de resistência, resulta na liberação anabólica hormonal de forma considerável nos substratos de hormônio do crescimento (GH) e o hormônio do crescimento através da insulina (IGF-1) podendo ser local e sistêmica, todas estas, induzem as vias de hipertrofia muscular (Spiering B et al., 2008).

Durante o exercício de resistência, os α -motoneurônios ativam as fibras musculares para gerar força, ditando o recrutamento neural de músculos, o tecido começa com as menores unidades motoras e progride para unidades motoras maiores (Henneman E et al., 1965).

O aumento de 33% a 53% no número de células satélites (CS) são visíveis por fibra muscular pós-exercício em uma única sessão de exercício de resistência aliado com a oclusão vascular, foi relatado que os números de CS

aumentam em 30–140% dentro de 24–48 h em resposta a intensidade aguda no exercício excêntrico (Dreyer et al., 2006).

Dada a alterações metabólicas secundárias a redução do fluxo sanguíneo e / ou oclusão venosa, o tecido reduz o O₂ e ocorre uma acumulação de CO₂, H⁺, e metabólitos (por exemplo, lactato) com distensão venosa periférica ou ação vasodilatadora (Haouzi P et al., 1999). Com níveis acentuados de compressão externa de OFS, o ambiente ácido intramuscular ou hipóxico tem sido considerado para aumentar a ativação do músculo (Leonard C et al., 1994).

Os mecanismos sugerido para estimular o crescimento do músculo no stress metabólico induzido por exercício e / ou a tensão mecânica incluem a produção de agentes que reagem ao oxigênio, incluindo o óxido nítrico (NO) e proteínas de choque térmico (Papa ZK et al., 2013). Enquanto que a baixa intensidade exercício resistência OFS pode induzir um nível mais baixo de tensão mecânica, porém um nível mais elevado de stress metabólico do que o exercício resistência moderada ou de alta intensidade (Kon M et al., 2012).

Por outro lado, o aumento do cortisol indica provavelmente que o exercício OFS produz uma resposta de stress semelhante em comparação com exercício tradicional de alta intensidade. Uma sessão de exercício físico com resistência de baixa intensidade combinada com OFS estimula a síntese de proteínas do músculo e aumenta a fosforilação de proteínas em ambas as vias de sinalização mTORC1 e MAPK, a ativação simultânea dessas vias de sinalização demonstra um importante mecanismo celular responsável pela síntese da proteína muscular aumentada durante exercícios resistidos de baixa intensidade com OFS, neutralizando a sarcopenia (Fry C et al., 2010).

O óxido nítrico sintase é uma enzima responsável pela conversão de L-arginina em óxido nítrico (NO), uma pequena molécula neutra capaz de mover-se com facilidade por meio de tecidos e que tem como característica, sendo um potente vasodilatador (Anderson JE et al., 2004). Durante a contração induzida por exercício OFS, o (NO) estará aumentado pelo influxo de Ca intracelular (Kawada S et al., 2005).

Com base no estudo proposto, o malefício no corpo através da utilização do treinamento Kaatsu, poderá ocorrer rupturas relacionadas a vasos

sanguíneos, alterações na temperatura corporal no momento do exercício, diminuição da glicemia, dentre outros fatores (Nakajima et al., 2006).

OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é, por meio de uma avaliação sistemática da literatura corrente, para investigar os efeitos da resistência com oclusão vascular em ganhos de força e o volume muscular, e para determinar se a resistência de baixa intensidade tem influência no fluxo sanguíneo reduzido, e se este, aumentaria a capacidade muscular comparando ao mesmo exercício sem oclusão. Com base nesses resultados, será avaliado a prática de oclusão vascular em pacientes com patologias no joelho, e também, a resposta decorrente de alterações avaliadas na aplicação do método Kaatsu, sendo eles: A variação de pressão no momento da aplicação do manguito, recomendações da utilização da oclusão vascular com base na repetição máxima, o resultado fisiológico especificando a alteração no volume de oxigênio e por fim estudos demonstrando os efeitos colaterais.

MÉTODOS

Estudo comparativo na forma de revisão bibliográfica de instrumentos relacionados ao treinamento resistido utilizando a oclusão vascular. Entre outubro de 2018 à setembro de 2019 foram rastreados estudos indexados nas bases de dados eletrônicas ResearchGate, Pubmed, Dialnet e Bireme, através das palavras-chave: “oclusão vascular”, “treino resistido”, “Kaatsu training” e “osteoartrite de joelho”. Os dados foram analisados descritivamente por meio e através do programa Microsoft Office Word 2013. Adotou-se como critérios de inclusão, estudos publicados internacionalmente no idioma inglês e artigos brasileiros no idioma português, publicados até o ano de 2018. Nos critérios de inclusão, a base de dados ResearchGate 14 artigos atenderam a expectativa proposta. Na base de dados Pubmed, 14 artigos foram utilizados para relacionar o tema. A plataforma de dados Dialnet, somente 2 artigos foram utilizados. A base de dados Bireme, apenas 1 artigo complementou o assunto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A baixa intensidade combinada com a oclusão do fluxo sanguíneo (OFS), os resultados demonstraram hipertrofia muscular na coxa e aumento da força muscular em jovens (Abe et al., 2006) e idosos (Abe et al., 2010). Em outro estudo proposto, observaram grandes aumentos em fase aguda no tamanho do músculo (medido pela circunferência), com exercício de resistência junto com OFS em comparação com o exercício de resistência sem OFS (Fry et al., 2010).

Nesta perspectiva, parece que a contração por formação OFS causam um inchaço nas células do músculo, podendo contribuir significativamente para os benefícios anabólicos com a OFS, e também a atividade concêntrica é de grande importância na hipertrofia muscular (Loenneke J et al., 2012).

Um fator biomecânico que podem contribuir significativamente para o incidente de osteoartrite (OA) de joelho sintomática, é a progressão da perda de cartilagem é a fraqueza do quadríceps, portanto, a utilização de OFS pode ser adotada nestes pacientes (Murphy G et al., 2008).

Relacionando com o assunto anterior, os quadríceps em adição a outros músculos dos membros inferiores, são necessários para o carregamento do joelho e a estabilidade durante a locomoção, aumentando o quadríceps, a força muscular pode resultar em um aumento da função física dos pacientes com ou em risco de OA do joelho diminuindo a incidência ou progressão da doença (Segal N et al., 2009).

Os aumentos na atividade de eletromiografia observada com o exercício de resistência com baixa intensidade combinada com oclusão de fluxo de sangue, são maiores do que os observados com o exercício de resistência isolado (Yasuda T et al., 2009).

Visando a aplicação da oclusão vascular, a aplicação de OFS (238 mmHg, 9 cm de largura manguito) para os pacientes após a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior, reduz efetivamente a operação de pós atrofia por desuso dos extensores dos joelhos (Takarada Y et al., 2000a).

A aplicação na parte superior da coxa atingindo a partir do aparelho com média de pressão de 280 mmHg, sendo esta, a pressão considerada acima da

média utilizada por indivíduos, confirmando que o protocolo de efeito da isquemia resulta no bloqueio do fluxo sanguíneo para o membro (Clark et al., 2005).

Para obter o stress metabólico igual ao do exercício de resistência de alta intensidade, a utilização da OFS com resistência de baixa intensidade pode ser aplicado a pressão de 150 mmHg no manguito (Takano H et al., 2005), alguns estudos anteriores foi utilizada uma pressão aplicada de 200 mmHg (Pierce JR et al., 2006).

Com relação a classificação de percepção de esforço, quando aplicada a pressão do manguito acima de 250 mmHg, indivíduos podem sentir desconforto ou dormência em suas pernas durante o treinamento físico devido à pressão alta na oclusão (Sumide T et al., 2007).

A utilização do método de treinamento com oclusão vascular e baixa intensidade aparenta ser seguro, quando realizado na faixa de pressão entre 50 - 200 mmHg (Umpierre D et al., 2007).

Com base no critério de entrada para a pressão arterial e uma vasta gama de perímetros da coxa (ou seja, 35 - 65 cm), esperamos que a pressões de braçadeira da coxa dentro de um intervalo (125 - 215 mmHg) previamente demonstrou ser segura e eficaz (Manini T et al., 2009).

Relacionando a OFS com imobilização, a aplicação (200 mmHg, 7,7 cm de largura) em um membro imobilizado não só atenua a diminuição no tamanho do músculo (medido pela circunferência da perna), mas também força muscular (Kubota et al., 2008). No entanto, em um estudo separado a partir do mesmo grupo indicado, uma pressão mais baixa de (50 mmHg) reduz fraqueza muscular induzida por alteração crônica, mas não teve nenhum efeito sobre as alterações propostas no tamanho da perna (Kubota et al., 2011).

Buscando a repetição máxima (RM), foi relatado que a formação de resistência de baixa intensidade (20-30% 1RM) combinado com obstrução do fluxo sanguíneo (OFS) provoca a hipertrofia muscular parecido como a tradicional formação de resistência de alta intensidade (0,70% 1RM) independentemente da idade (Takarada Y et al., 2000).

Uma formação de resistência slowspeed (velocidade lenta) buscando a oclusão vascular parcial (10-s de elevação e abaixamento 4-s) utilizando baixa intensidade (30% de 1RM com oclusão vascular moderada, também tem sido mostrado como sendo eficaz para aumentar a força muscular (Westcott et al., 2001).

Com a relação do exercício físico aplicando a OFS visando a carga de treinamento, a estimulação do crescimento muscular com exercício de baixa intensidade (20-50% de 1RM) e uma duração mais curta (2 semanas), é de importante interesse para a compreensão dos mecanismos que regulam a hipertrofia do músculo. Recomendando exercícios tradicionais para resistência muscular e hipertrofia, aceito como sendo > 70% de 1RM (Kraemer W et al., 2002).

Na condição de treinamento Kaatsu, exercícios de resistência são realizados a 20% de 1RM com compressão externa aplicada à coxa proximal em cada perna. Uma vez que a carga de exercício (ou seja, 60% vs 20%) difere entre os grupos, exercícios são realizados a uma falha voluntária para igualar o trabalho total metabólica realizada por cada grupo (Klenerman L., 2003).

Uma vez que uma intensidade de formação de 20% de 1RM produz dano muscular mínimo e menos tempo de recuperação torna-se necessário, portanto, a frequência de treino pode ser aumentada (Abe et al., 2005).

Da mesma forma, em relação as melhorias no quadríceps femoral (área de secção transversal) após 12 semanas de formação com treinamento a 20% de 1RM com a oclusão vascular, e na formação de 80% de 1RM sem oclusão vascular, ambos produziram hipertrofia muscular semelhante (Kubo K et al., 2006).

O American College of Sports Medicine (2009) em seu último posicionamento, preconizou a utilização de cargas acima de 65% de 1RM para obtenção de hipertrofia e força muscular. Outro estudo, aplicaram intensidades ainda menores (20% de 1RM) utilizando a oclusão vascular e 80% sem oclusão vascular no exercício de extensão de joelhos e constataram ganhos semelhantes em força e hipertrofia muscular (Karabulut et al., 2009).

Com a recomendação de treinamento neuromuscular, sugere-se que deve ser iniciado com frequências semanais baixas (2 a 3 dias por semana), selecionando entre 8 a 12 exercícios que contemplem o trabalho dos principais grupos musculares, e com intensidade entre 40 e 80% de 1RM (Garber et al., 2011).

Demonstrando uma perspectiva de baixa intensidade, os adultos saudáveis revelaram que os ganhos de força e hipertrofia muscular no contexto da OFS com formação de baixa carga (mesmo 20% 1RM) são semelhantes aos obtidos com o treinamento de força tradicional (Papa Z et al., 2013).

Todavia, existe determinadas situações impedem a utilização de cargas elevadas no treinamento, para essas situações, o treinamento resistido com OFS tem sido proposto como alternativa para melhorar parâmetros estruturais e funcionais em níveis semelhantes ao treinamento com cargas elevadas, porém com a utilização de cargas leves (20 a 50% 1RM) (Teixeira E et al., 2014).

Especificamente, o treinamento resistido de baixa carga (20-50% 1RM) associado a restrição de fluxo de sanguíneo demonstrou ser eficaz na promoção de aumentos na força e massa muscular em diferentes populações, de atletas a indivíduos gravemente enfermos (Vechin F et al., 2015).

Buscando a aplicação do método Kaatsu com o volume de oxigênio máxima (VO₂ Max), exercícios de alta intensidade (90% do VO₂ max) o ciclo de formação com intervalo aumentou VO₂ max relacionando a atividade do joelho isocinético na resistência da articulação (Tabata et al., 1990).

A formação sob condições de hipóxia acredita-se ser geralmente útil para melhorar o desempenho aeróbico, aumentando a eritropoietina e o consumo máximo de oxigênio (VO₂ max) (Chapman R et al., 1998).

Por outro lado, o aumento do VO₂ max após 24 sessões de treinamento de exercício de baixa intensidade (15min a 40% VO₂ max) realizada com oclusão de fluxo de sangue em comparação com a mesma intensidade de exercício sem (OFS), os achados sugerem que a tensão periférica induzida pela (OFS) na região arterial, o fluxo sanguíneo da perna incluem hipóxia locais (Abe T et al., 2010).

No estudo mais recente relacionado a esse assunto, resultou o mecanismo de compensação produzido por hipóxia local, em conjunto com uma redução da característica no retorno venoso pela (OFS), pode sobrecarregar os componentes centrais do sistema cardiorrespiratório e levar a uma melhoria na VO 2 max (Prodel E et al., 2016).

Os efeitos colaterais da utilização do método Kaatsu relata os seguintes: hemorragia subcutânea, dormência, anemia cerebral, sensação de frio, trombose venosa, embolia pulmonar, deterioração da cardiopatia isquêmica e também hipoglicemia (Nakajima T et al., 2006).

O pensamento não é unânime, alguns estudos encontraram nenhuma diferença entre o treinamento convencional e com o uso de oclusão de fluxo de sangue (Nakajima T et al., 2008).

Com base à dor, fraqueza muscular e as limitações funcionais, podem impedir a realização destes exercícios mais pesados e com cargas recomendadas (Hoyt et al., 2015).

Buscando a mesma linha de raciocínio, os pacientes em fase de reabilitação músculo esquelética, a formação de resistência de carga pesada em treinos de resistência pode ser contra indicado (Slysz et al., 2016).

TABELA 1 - Relacionado as variações de pressão do manguito, quando executado de forma segura:

AUTOR	ANO	PRESSÃO DO MANGUITO (mmHg)
Takarada et al	2000	238
Takano et al	2005	150
Pierce et al	2006	200
Umpierre et al	2007	50 – 200
Manini et al	2009	125 - 215

TABELA 2 - Demonstrado a variação de 1RM, com utilização de OFS e com treinamento tradicional sem OFS:

AUTOR	ANO	RM c/ OFS	RM s/ OFS
Takarada et al	2000	20 - 30%	70%
Kraemer et al	2002	20 - 50%	>70%
Klenerman L	2003	20%	60%
Kubo et al	2006	20%	80%
Karabulut et al	2009	20%	80%

CONCLUSÃO

A utilização de oclusão vascular parcial com exercício de baixa intensidade, produz a mesma hipertrofia e força muscular quando comparado a exercícios sem a utilização de OFS. O ambiente anaeróbio utilizado pela OFS, está diretamente associado a ativação das fibras de contração lenta devido à restrição do aporte de oxigênio para o músculo.

Com relação ao stress metabólico produzido pela OFS, ocorre o recrutamento de unidades motoras juntamente com as células satélites, a liberação de GH e IGF-1, acumulação de lactato, aumento do cortisol, a fosforilação de proteínas e induz a região trabalhada a uma vasodilatação considerável.

Demonstrando a aplicação do método Kaatsu, todos os estudos chegaram ao mesmo direcionamento na questão segurança e eficiência utilizando a aplicação em média 200mmHg, propondo o treinamento dinâmico com resistência, observou-se uma notória queda na atrofia dos músculos extensores do joelho principalmente em pós operatório de ligamento cruzado anterior (LCA).

Envolvendo a RM junto a OFS com resistência de baixa intensidade, todos os autores chegaram em uma média de porcentagem no treinamento com base na repetição máxima, utilizando de 20-50% 1RM teve o resultado semelhante no

questo hipertrofia muscular quando comparado ao treinamento utilizando até 80% 1RM no treinamento sem OFS.

Buscando um outro benefício com base neste estudo, a aplicação de OFS com influência no aumento de volume de oxigênio (VO₂ max), ocorre através da hipóxia gerada na restrição de sangue levando a um aumento da sobrecarga dos componentes cardiorrespiratórios, tornando-se uma melhora expressiva no VO₂ max.

REFERÊNCIAS

BRYK, Flavio F et al. Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/298212772_Exercises_with_partial_vascular_occlusion_in_patients_with_knee_osteoarthritis_a_randomized_clinical_trial>

BUFORD, Thomas W et al. Kaatsu training to enhance physical function of older adults with knee osteoarthritis: Design of a randomized controlled trial, 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4522335/>>

CONCEIÇÃO, Miguel S et al. Anaerobic metabolism induces greater total energy expenditure during exercise with blood flow restriction, 2018. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5875813/>>

COSTA, Gabriela P N et al. The effects of partial vascular occlusion on gaining muscle strength, 2012. Disponível em: <<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=Ink&exprSearch=677846&indexSearch=ID>>

DRUMMOND, Micah J et al. Human Muscle Gene Expression Following Resistance Exercise and Blood Flow Restriction, 2008. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5088719/>>

FRY, Christopher S et al. Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men, 2010. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2867530/>>

HENNEMAN, Elwood et al. Functional Significance of Cell Size in Spinal Motoneurons, 1964. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/9256710_Functional_Significance_of_Cell_Size_in_Spinal_Motoneurons>

LADLOW, Peter et al. Low-Load Resistance Training With Blood Flow Restriction Improves Clinical Outcomes in Musculoskeletal Rehabilitation: A Single-Blind Randomized Controlled Trial, 2018. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6139300/pdf/fphys-09-01269.pdf>>

LAURENTINO, G et al. Effects of Strength Training and Vascular Occlusion, 2008. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18213536>>

LEJKOWSKI, Peter M et al. Utilization of Vascular Restriction Training in post surgical knee rehabilitation: a case report and introduction to an under-reported training technique, 2011. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3222703/>>

LIXANDRÃO, Manoel E et al. Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A Systematic Review and Meta-Analysis, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320450188_Magnitude_of_Muscle_Strength_and_Mass_Adaptations_Between_HighLoad_Resistance_Training_vsus_LowLoad_Resistance_Training_Associated_with_BloodFlow_Restriction_A_Systematic_Review_and_Meta-Analysis>

LOENNEKE, Jeremy P et al. A Mechanistic Approach to Blood Flow Occlusion, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/38063809_A_Mechanistic_Approach_to_Blood_Flow_Occlusion>

LOENNEKE, Jeremy P et al. Blood flow restriction: how does it work, 2012. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3463864/>>

MEDRANO, Iván C et al. O Edema Muscular Induzido pelo Treinamento com Oclusão Vascular Parcial é Independente da Intensidade? Um Estudo Piloto, 2015. Disponível em:

<<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5296712>>

NISHIMURA, Akinobu et al. Hypoxia Increases Muscle Hypertrophy Induced by Resistance Training, 2010. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/49785193_Hypoxia_Increases_Muscle_Hypertrophy_Induced_by_Resistance_Training>

OZAKI, Hayao et al. Metabolic and cardiovascular responses to upright cycle exercise with leg blood flow reduction, 2010. Disponível em:

<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761724/>>

PEARSON, Stephen J et al. A Review on the Mechanisms of Blood-Flow Restriction Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy, 2014. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/266084792_A_Review_on_the_Mechanisms_of_Blood-Flow_Restriction_Resistance_Training_Induced_Muscle_Hypertrophy>

PIERCE, Joseph R et al. Growth hormone and muscle function responses to skeletal muscle ischemia, 2006. Disponível em:

<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16888046>>

SEGAL, Neil et al. Efficacy of Blood Flow-Restricted Low-Load Resistance Training For Quadriceps Strengthening in Men at Risk of Symptomatic Knee Osteoarthritis, 2015. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4536503/pdf/10.1177_2151458515583088.pdf>

SPIERING, Barry A et al. Resistance Exercise Biology Manipulation of Resistance Exercise Programme Variables Determines the Responses of Cellular and Molecular Signalling Pathways, 2008. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/277480347_Resistance_Exercise_Biology>

SPRICK, Justin et al. The Effects of Vascular Occlusion Training on Respiratory Exchange Ratio and Energy Expenditure When Coupled With Cardiovascular Training, 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4831856/>>

SUGA, Tadashi et al. Intramuscular metabolism during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/24004984_Intramuscular_metabolism_during_low-intensity_resistance_exercise_with_blood_flow_restriction>

SUMIDE, Takahiro et al. Effect of resistance exercise training combined with relatively low vascular occlusion, 2009. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18083635>>

TAKARADA, Yudai et al. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/11379077_Effects_of_resistance_exercise_combined_with_vascular_occlusion_on_muscle_function_in_athletes>

TANIMOTO, M et al. Muscle oxygenation and plasma growth hormone concentration during and after resistance exercise: Comparison between “KAATSU” and other types of regimen, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/240821988_Muscle_oxygenation_and_plasma_growth_hormone_concentration_during_and_after_resistance_exercise_Comparison_between_KAATSU_and_other_types_of_regimen>

TEIXEIRA, Emerson L et al. Efeito do Treinamento Resistido com Oclusão Vascular em Idosas, 2012. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4923486>>

WERNBOM, Mathias et al. Acute low-load resistance exercise with and without blood flow restriction increased protein signalling and number of satellite cells in human skeletal muscle, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/257205908_Acute_low-load_resistance_exercise_with_and_without_blood_flow_restriction_increased_protein_signalling_and_number_of_satellite_cells_in_human_skeletal_muscle>

WOLINSKI, Patrick A et al. Análise das repercussões hemodinâmicas e vasculares do treinamento Kaatsu, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Eduardo_Neves/publication/271269096_Analise_das_repercussoes_hemodinamicas_e_vasculares_do_treinamento_Kaatsu/links/54c8d5bb0cf238bb7d0e6e8e/Analise-das-repercussoes-hemodinamicas-e-vasculares-do-treinamento-Kaatsu.pdf>

YASUDA, Tomohiro et al. Muscle fiber cross-sectional area is increased after two weeks of twice daily KAATSU-resistance training, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/48906802_Muscle_fiber_crosssectional_area_is_increased_after_two_weeks_of_twice_daily_KAATSUresistance_training>

YASUDA, Tomohiro et al. Venous blood gas and metabolite response to low-intensity muscle contractions with external limb compression, 2010. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20199783>>

YASUDA, Tomohiro et al. Effects of Blood Flow Restricted Low-Intensity Concentric or Eccentric Training on Muscle Size and Strength, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/234090395_Effects_of_Blood_Flow_Restricted_LowIntensity_Concentric_or_Eccentric_Training_on_Muscle_Size_and_Strength>