

FORTALECIMENTO MUSCULAR ATRAVÉS DO MÉTODO KAATSU DE TREINAMENTO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.

Muscular strengthening through kaatsu training method: a systematic review.

Ana Paula Merlo¹, João Vitor Ferlito¹, Thiago De Marchi²

1 Fisioterapeuta graduado pelo Centro Universitário Cenecista de Bento Gonçalves (UNICEC), Rio Grande do Sul, Brasil.

2 Fisioterapeuta e Professor do curso de Fisioterapia do Centro Universitário Cenecista de Bento Gonçalves (UNICEC), Mestre e Doutor em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

Autor para correspondência:

João Vitor Ferlito

Rua Arlindo Franklin Barbosa, 460

Bairro São Roque, Bento Gonçalves

E-mail: joaoferlito@yahoo.com.br

► RESUMO

O método de treinamento com oclusão parcial do fluxo sanguíneo durante exercícios de baixa intensidade, também conhecido por Método *Kaatsu*, foi inicialmente utilizado para diminuir a atrofia em casos de imobilização, porém seu emprego combinado ao exercício de fortalecimento está sendo utilizado para o desenvolvimento muscular uma vez que estudos tem demonstrado resultado igual ou superior do treino de exercícios de alta intensidade. Este estudo tem como objetivo analisar se o método de treinamento *Kaatsu* é eficiente para ganho de hipertrofia muscular na reabilitação fisioterapêutica. Foi realizada uma revisão sistemática da literatura nas bases de dados eletrônicas: PEDro, PubMed e BVS a qual inclui Lilacs, Medline, e Scielo. Foram utilizados os seguintes descritores em ciências da saúde (DeCS): *resistance training*, *therapeutic occlusion* e *hypertrophy*, com uso do operado booleano AND.

Foram encontrados um total 3840 artigos, destes 3045 excluídos após a leitura do título e/ou resumo por não serem de interesse para o estudo, além de excluir 29 artigos com publicação anterior a 2012, duplicados, estudos de revisão, relatos de caso, estudos pilotos, estudos aplicados em animais, ou que não atenderam ao critério 1 da Escala de elegibilidade PEDro. Após aplicação dos fatores de exclusão e inclusão restaram 12 artigos inclusos nesta revisão. Em suma, ainda não existe um consenso sobre a utilização, resultados e segurança do Método *Kaatsu* como técnica para promoção de hipertrofia e fortalecimento muscular e sua aplicação na reabilitação, porém alguns estudos demonstram que os objetivos do treino de hipertrofia podem ser alcançados utilizando-se do *Kaatsu*.

Palavras-chaves: Treinamento de Resistência. Oclusão terapêutica. Hipertrofia.

► ABSTRACT

The training method with partial occlusion of the blood flow during exercises of low intensity, also known as *Kaatsu* method, was firstly used to decrease the atrophy in case of muscle mobilization. However, its application combined with muscle strengthening exercises is being applied for muscle development, once researches show results which are equal or superior to high intensity training. The aim of this study was analyze whether the *Kaatsu* training method is efficient for gaining of muscle hypertrophy, as well as its safety and applicability for physiotherapeutic rehabilitation. A systematic literature review was realizaed in electronic databases: PEDro, PubMed e BVS that include Lilacs, Medline and Scielo. Were found 3840 papers were found, from them, 3045 were excluded after title and/or abstract reading for not being relevant for this work. 29 papers were excluded for being written before the year 2012, duplicated, being

revisions, being case studies, being pilot studies, being animal applied studies or that didn't meet the PEDro criteria (i.e. their score was less than one in PEDro scale). After of application inclusion and exclusion a criteria, left 12 papers were left for this revision. In conclusion there is no consent regarding the utilization, results and safety of the Kaatsu method as a technique for hypertrophy promotion, muscle strengthening and its application on the rehabilitation, but some researches demonstrate that the goals of the hypertrophy training can be reached by using the Kaatsu method.

Keywords: Resistance training. Therapeutic occlusion. Hypertrophy.

► INTRODUÇÃO

O fortalecimento muscular é objeto de diversas pesquisas devido à importância da função musculoesquelética no corpo humano. A reabilitação, a estética e o rendimento esportivo, entre outras, são áreas que se beneficiam de novas técnicas de treinamento para ganho de força e massa muscular¹. No entanto, a alta intensidade deste treinamento pode causar lesões osteomusculares², visto que para ganho de hipertrofia e força geralmente a indicação da intensidade da carga é de 70 a 80% de 1RM (uma repetição máxima), carga máxima suportada pelo indivíduo, por vez^{3,4}.

As adaptações musculoesqueléticas variam conforme os estímulos recebidos. Para que os aumentos de tamanho e de força ocorram, são necessários exercícios intensos e de alta resistência que ativam as fibras de contração rápida, fibras tipo II, com maior possibilidade de hipertrofia⁵. A hipertrofia muscular, aumento do diâmetro do músculo, ocorre quando a secção transversa do músculo aumenta por ganho de filamentos de actina, miosina e sarcômeros nas fibras musculares, aumentando a força contrátil. Os ganhos de hipertrofia são diferentes para cada indivíduo por isso, cada treino deve ser pensado individualmente⁶.

As contraindicações do uso de cargas máximas e de exaustão do corpo, em casos onde o sistema musculoesquelético acaba de passar por uma lesão, ou ainda potencializar o ganho do treinamento tradicional, levou Yoshiaki Sato a desenvolver o método de treinamento com oclusão vascular parcial (OVP) do fluxo sanguíneo, associado ao exercício de baixa intensidade, também conhecido por Método *Kaatsu*^{1-3,7}.

No método *Kaatsu* a OVP se dá pela utilização de manguitos no terço proximal do membro inferior ou superior durante o exercício, que aplicam uma resistência externa em uma pressão determinada, gerando no músculo treinado uma restrição do fluxo sanguíneo, levando a uma hipóxia intramuscular e maior produção do hormônio do crescimento (GH) que leva a um aumento da força e da massa muscular^{1,4}.

A secreção do GH é um dos fatores notados pelo estímulo do metabolismo local, no entanto outros fatores do mecanismo celular podem ser os responsáveis pelo aumento da massa e força muscular como a ativação primária das unidades motoras grandes, fibras rápidas, ou ainda o recrutamento de mais unidades motoras para que ocorra maior atividade eletromiográfica. Com o crescente uso da oclusão parcial novos estudos estão sendo realizados para buscar a bioquímica exata da hipóxia associada a exercícios de baixa intensidade^{1,3}.

No estudo de Takarada et al.⁵ o treino de exercícios resistidos em baixa intensidade (20% 1RM) usando a pressão de 100 mmHg insuflada no manguito, apresentou resultado igual ou superior do treino de exercícios de alta intensidade, mostrando que a eficácia do método *Kaatsu* pode ser utilizado como treino para ganho de massa e força muscular.

Estudos tem demonstrado que o uso da oclusão parcial é uma técnica segura de treinamento, porém alguns efeitos colaterais já foram descritos como a trombose, embolia pulmonar e rabdomiólise. Para diminuir os riscos de efeitos colaterais a técnica deve sempre ser utilizada dentro dos limites de pressão sugeridos pelos principais pesquisadores, sendo esta de 50 a 200 mmHg¹.

O método foi inicialmente utilizado para diminuir a atrofia em casos de imobilização, porém seu emprego combinado ao exercício de fortalecimento está sendo utilizado para o aumento de performance⁷. O estímulo hipóxico causado pela restrição de fluxo sanguíneo no membro treinado causa estresse mecânico, respostas endócrinas e acúmulo de metabólitos⁸. Sabe-se que as adaptações causadas no organismo como efeito do estímulo provocado pelo exercício físico, demonstram a habilidade hormonal e estrutural do sistema músculo esquelético de reorganizar as fibras após sua ruptura e alargamento. Isso porque independente da ação muscular concêntrica, excêntrica ou isométrica, ocorrerá dano, ocasionando nova reorganização das fibras⁹.

Em vista disso, este trabalho tem por objetivo identificar se o método de treinamento *Kaatsu* é eficiente para ganho de hipertrofia muscular mesmo com um treinamento de baixa intensidade, se ele pode ser utilizado de forma segura e sua eficácia para a reabilitação fisioterapêutica.

► MÉTODOS

Revisão Sistemática da literatura conduzida de forma independente por um único revisor, acerca do treinamento de força de baixa intensidade com oclusão parcial do fluxo sanguíneo pelo Método *Kaatsu*, nas bases de dados eletrônicas: *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), *Public/Publisher MEDLINE* (PubMed) e *Biblioteca Virtual em saúde* (BVS), a qual inclui *Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde* (Lilacs), *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (Medline), e *Scientific Electronic Library Online* (Scielo).

Foram selecionados para estudo apenas os trabalhos publicados na Língua Inglesa, restringindo a artigos publicados a partir do ano de 2012 a 2019, e que se descreve a origem e os critérios de inclusão para tornar elegíveis os participantes, com isso foi administrada a escala PEDro e selecionado os estudos que atendem-se ao critério 1, foram utilizados

para busca a combinação dos seguintes descritores em Ciências da Saúde (DeCS): *Resistance training*, *Therapeutic occlusion and Hypertrophy*, com o uso do operador booleano AND. Foram excluídos os estudos de revisão, relatos de caso, estudos pilotos, e estudos aplicados em animais. A busca ocorreu de março de 2019 a agosto de 2019 selecionando para o estudo os artigos que relatem o método *Kaatsu* e exercícios de baixa intensidade com oclusão parcial do fluxo sanguíneo.

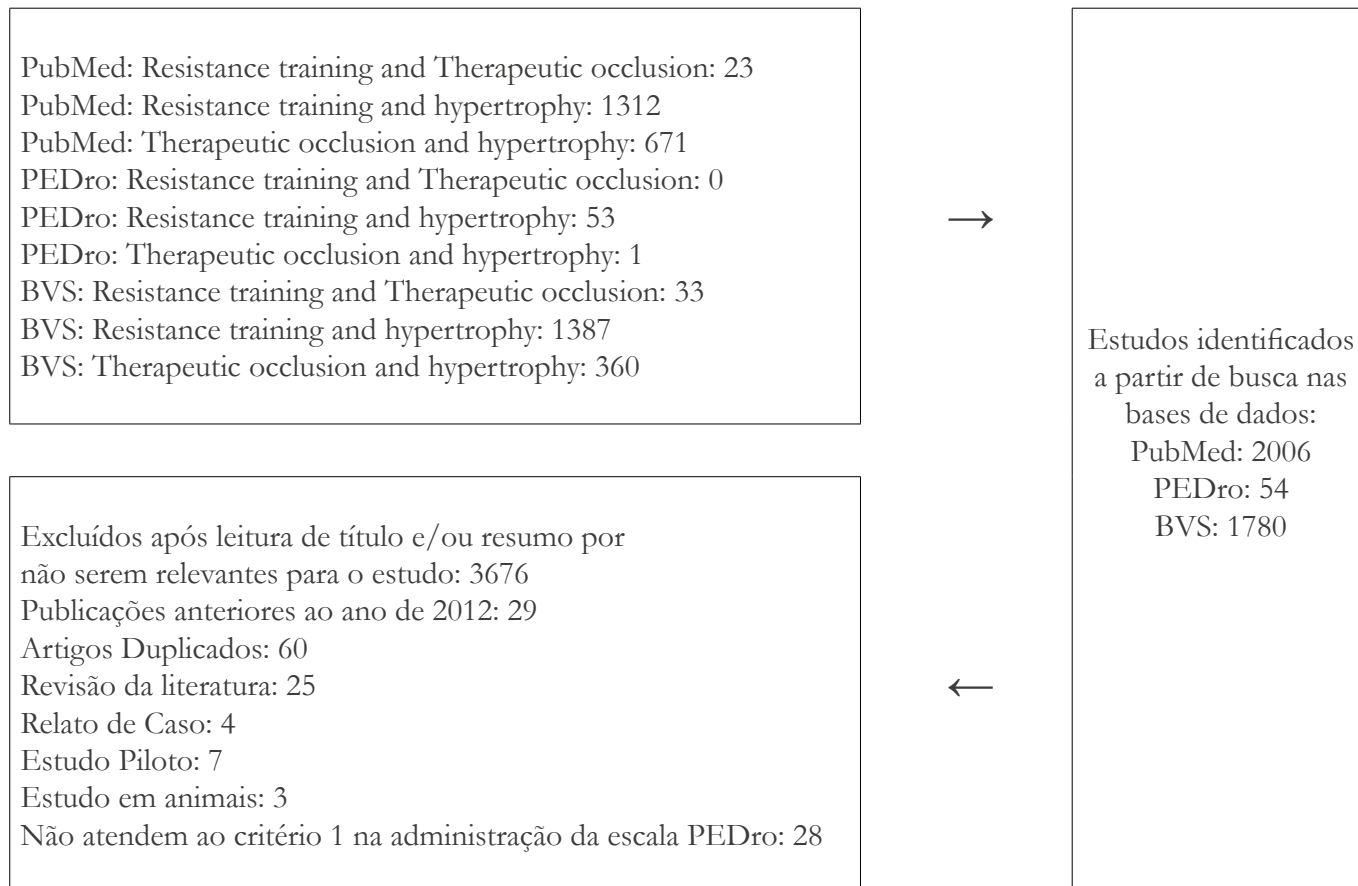
► RESULTADOS

A pesquisa nas bases de dados PEDro, PubMed, BVS (Lilacs, Medline e Scielo) com a combinação dos descritores: *Resistance training*, *Therapeutic occlusion and Hypertrophy* resultou em um total 3840 (três mil, oitocentos e quarenta) artigos. A figura 01 demonstra a síntese do processo de seleção dos artigos discutidos nesta revisão.

Dos estudos inclusos todos demonstraram que método *Kaatsu* apresentou resultados positivos para o aumento de massa muscular em membros inferiores^{10,11,14,13,17} e superiores^{12,15,16}. Além disso, apenas três estudos tiveram sua amostra composta por sujeitos que apresentavam alguma patologia como osteoartrite de joelho^{14,10}, tendinopatia¹⁰, dor femoropatelar¹⁰, fraturas ósseas e pós-cirúrgicos¹⁰, e tetraplegia¹⁶.

O período de intervenção entra os estudos variou entre 3 a 12 semanas, com resultados similares a treinos de alta carga (70-90% de 1RM) no aumento da área de secção transversa dos músculos onde houve restrição do fluxo sanguíneo.

Figura 01 Síntese do processo de seleção dos artigos incluídos



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Já na quadro 01 está a síntese do conteúdo dos 08 (oito) artigos selecionados para esta revisão:

Quadro1- Conteúdo dos 08 artigos selecionados para esta revisão

Autor e ano	Título	Objetivo	Amostra	Metodologia	Prescrição do exercício	Período de treino	Hipertrofia
Barcelos LC, et al. 2015	Low-load resistance training promotes muscular adaptation regardless of vascular occlusion, load, or volume.	Investigar os efeitos de diferentes intensidades e volumes de treinamento de resistência de baixa carga com e sem restrição do fluxo sanguíneo na adaptação da força e tamanho muscular.	47 homens de 18 a 30 anos, saudáveis, não praticantes de atividade física.	Indivíduos em: (1) 1x20% de 1RM, (2) 3x20% de 1RM, (3) 1x50% de 1RM, (4) 3x50% de 1RM, (5) grupo controle.	Exercício de extensão de joelho, onde uma perna era treinada com oclusão vascular parcial com pressão máxima de 200 mmHg e a outra perna sem oclusão.	8 semanas, 2x por semana	Aumento da área de secção transversa similar em ambos os grupos.
Bryk FF, et al. 2016	Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial.	Avaliar se mulheres com AO de joelho realizando um programa de exercícios de baixa carga combinado com OVP exibiram o mesmo resultado em alterações da força de quadríceps, alívio da dor e melhora da função, quando comparado a exercícios de alta carga sem OVP.	34 mulheres com idade média de 61 anos, diagnosticadas com osteoartrite (OA) que nunca passaram por nenhum procedimento invasivo no joelho.	Grupo convencional (GC) e grupo oclusão (GO), GC foi treinado numa resistência de 70% de 1RM e no GO 30% de 1RM	Alongamentos de isquiotibias, ponte isométrica, treino sensorio-motor, exercício de ostra, plantiflexão e cadeira extensora (com e sem oclusão) pressão de 200mmHg.	18 sessões de treinamento, 3 x por semana durante 6 semanas.	(=) no ganho de força, função e diminuição de dor, (+) efeito no desconforto na execução dos exercícios.

<p>Ellefsen S, et al. 2015</p>	<p>Blood flow-restricted strength training displays high functional and biological efficacy in women: a within-subject comparison with high-load strength training.</p>	<p>Comparar as funções funcionais e eficácia biológica da extensão típica das pernas dos protocolos BFR e HI em mulheres previamente não treinadas.</p>	<p>15 voluntárias do sexo feminino foram selecionadas de uma população estudantil, saudáveis, sem treinamento de resistência nos últimos seis meses.</p>	<p>Os participantes tiveram aleatoriamente uma perna treinada com o protocolo baixa intensidade (30% de 1RM, 5 séries até a falha) e oclusão vascular (90 a 100 mmHg) X treinamento de alta (3 séries de 6-10RM) intensidade com resistência entre 70 a 90% de 1RM.</p>	<p>Cadeira extensora de joelho (5 x até exaustão)</p>	<p>12 semanas de treinamento com 2 vezes por semana.</p>	<p>Aumento semelhantes entre os grupos no volume muscular.</p>
<p>Gorgey AS, et al. 2016</p>	<p>Electrical stimulation and blood flow restriction increase wrist extensor cross-sectional area and flow mediated dilatation following spinal cord injury.</p>	<p>Examinar os efeitos da EENM e BFR na AST dos extensores do punho. As funções da mão e comparar a EENM apenas em indivíduos com tetraplegia incompleta. O efeito agudo de uma sessão de EENM + BFR na DFM foi comparado com apenas BFR.</p>	<p>Participantes tetraplégicos, com lesão medular incompleta. Nove participantes com lesão acima de C8, após 2 meses de lesão e classificação da lesão AIS B, C, e D, responsivos a estimulação elétrica. Já para o estudo B foram selecionados 8 participantes com lesão incompleta da medula espinhal crônica (C3-L2) com classificação AIS (A-D) e tempo de lesão (6,7 ± 6,8 anos).</p>	<p>O antebraço direito recebeu aplicação de EENM + BFR enquanto o antebraço esquerdo recebeu somente aplicação de EENM para controle, treinamento com aproximadamente 8 min com 40 repetições.</p>	<p>A frequência de estimulação foi fixada em 20 Hz e duração de pulso de 450 µs com contração / relaxamento de 5s on / 5s off. A amplitude da corrente (0-200 mA) foi aumentada gradualmente até a extensão funcional do pulso ser alcançada sem extensão dos dedos. Uma vez que a corrente foi ajustada, 40 contrações (4 conjuntos de 10) foram entregues simultaneamente a ambos os antebraços</p>	<p>6 semanas de intervenção com 2 sessões de 30 minutos por semana e mais 2 semanas de visitas para avaliação pré e pós.</p>	<p>Maior aumento da área de secção transversa no grupo que sofreu aplicação da BFR associada ao EENM.</p>

<p>Laurentino GC, et al. 2011;</p>	<p>Strength Training with Blood Flow Restriction Diminishes Myostatin Gene expression</p>	<p>Determinar se as respostas de força e hipertrofia muscular após exercícios de resistência de baixa intensidade associados a BFR a de resistência de alta intensidade estão associados com mudanças similares na expressão mRNA de genes selecionados envolvidos na sinalização da MSTN</p>	<p>29 sujeitos do sexo masculino, sem participaram de qualquer tipo de treinamento físico regular e não tinha experiência anterior em treinamento de força, livres de qualquer distúrbio musculoesquelético.</p>	<p>Aleatoriamente divididos em grupos: LI (20% de 1 RM), grupo Kaatsu (20% de 1RM) e HI (80% de 1RM).</p>	<p>Grupo LI e Kaatsu 3x15 e o grupo HI realizou 3x8 até a quarta semana, a partir da quarta o número de séries aumentou para 4 na cadeira extensora de joelho bilateral, com 1 min de descanso entra as séries.</p>	<p>Oito semanas de intervenção com duas sessões de treinamento por semana.</p>	<p>Área de secção transversa aumentou em ambos os grupos Kaatsu (6,3%) e HI (6,1%).</p>
<p>Muller SM, et al, 2014</p>	<p>High-load resistance exercise with superimposed vibration and vascular occlusion increases critical power, capillaries and lean mass in endurance-trained men</p>	<p>Comparar o impacto do exercício de resistência com vibração do corpo e BFR, com o exercício resistido de forma isolada.</p>	<p>21 homens, grupo experimental (n = 11) e grupo controle (n= 10).</p>	<p>Grupo experimental realizou agachamento numa plataforma vibratória com BFR (200 mmHg) e o grupo controle apenas agachamento (70% 1RM)</p>	<p>2 séries até a quarta semanas após isto realizou-se 3 séries de agachamento até a falha. Com 3 minutos de descanso entre as séries, para ambos o grupos e mais 1 minuto para o grupo experimental com o manguito à 100 mmHg.</p>	<p>2 vezes por semana, com apenas 2 séries de agachamento, após foram 3 séries até a 8 semana de intervenção</p>	<p>O grupo experimental apresentou maior ganho de massa magra, hipertrofia, capilares por fibra.</p>

<p>Thiebaud RS, et al, 2013.</p>	<p>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.</p>	<p>Determinar os efeitos do exercício de resistência BFR combinada com bandas elásticas comparada com exercício de resistência de banda elástica de intensidade moderada a alta força, massa magra total magra e espessura muscular da parte superior do corpo em mulheres na pós-menopausa.</p>	<p>14 mulheres na pós-menopausa (61 ± 5 anos).</p>	<p>Foram randomizadas para um grupo HI 70-90% de 1RM, (n = 8) ou LI-BFR, 10 -30% de 1RM combinado com BFR (n = 6). Ocorreu aumento gradual da pressão (semanal) começando com 80mmHg até 120 mmHg.</p>	<p>Grupo LI-BFR realizou 30 s de descanso, grupo HI de 1 a 2 min. entre as séries, e ambos os grupos realizaram 30 s a 2 min entre os exercícios. HI realizou 3 x 10 repetições e LI-BFR-realizou 1 série de 30 rep. e 2 de 15 rep. Os exercícios propostos foram (seated chest press, seated row, seated shoulder press)</p>	<p>3 vezes por semana durante 8 semanas.</p>	<p>(=) foi verificado aumento de força e massa magra muscular em ambos os grupos, (+) houve considerável aumento da espessura do peitoral no grupo LI-BFR.</p>
----------------------------------	---	--	---	--	---	--	--

Ladlow et al, 2018	Low-load resistance training with blood flow Restriction improves clinical outcomes in Musculoskeletal rehabilitation: a single-blind Randomized controlled trial	Comparar os efeitos do treinamento BFR com os treinos convencionais de carga sobre alterações no volume muscular e na área de secção, AST, força muscular e capacidade funcional em adultos submetidos à reabilitação hospitalar musculoesquelética	28 participantes do sexo masculino (19-49 anos), com lesão bilateral (dor por esforço repetitivo, tendinopatia, dor femoropatelar, e OA, fraturas ósseas e pós-cirúrgicas) no MMII, que se encaixavam nos critérios descritos por Ladlow et al., 2017.	Os participantes foram estratificados em grupo BFR (30 % 1RM) e HI.	BFR (60% da pressão de oclusão total) – cadeira extensora e Leg press bilateral, 1X 30 rep e 3x15 rep. Com 30 seg, de descanso entre as séries, e 3 minutos com manguito desinflado durante intervalo de exercícios. O grupo HI realizou, 4 x 8 de levantamento terra, agachamento, passada, com tempo de descanso e intervalo igual ao BFR.	3 semanas de intervenção, com 3 sessões semanais, duas vezes por dia (BFR), já o grupo HI foram 3 sessões semanais.	(=) apresentou resultado semelhantes quanto aumento de AST e volume da coxa e músculo quadríceps, (+) maior ganho de força na musculatura extensora de joelho, (+) maior escore - 29% - de aumento na funcionalidade.
--------------------	---	---	--	---	--	---	---

AST = Área de secção transversa do músculo, **AIS** = American Spinal Injury Association Impairment Scale, **EENM** = Estimulação Elétrica Neuromuscular, **BFR** = Blood flow restriction (KAATSU), **DFM** = Dilatação Fluxo-mediada, **mTORC1** = Alvo mamífero do complexo de rapamicina 1, **SPM** = Síntese de proteína muscular, **FC** = frequência cardíaca, **VS** = volume sistólico, **PRE** = Percepção de esforço, **LA** = lactato, **MSTN** = miostatina, **mRNA** = RNA mensageiro. **EPP** = Escala de pressão percebida, **1RM** = uma repetição máxima; **HI** = High intensity; **LI** = low intensity; **(+)** = efeito superior, **(-)** = efeito inferior, **(=)** = efeito similar

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

► DISCUSSÃO

O exercício físico provoca no organismo uma série de efeitos e há uma linha tênue entre os resultados benéficos (aprimoramento da condição física) e nocivos (efeitos deletérios), quando o enfoque do exercício passa a ser o fortalecimento muscular a utilização de altas cargas aumenta o risco de lesões osteomusculares. Esta revisão buscou elucidar se um treinamento de baixa intensidade combinado a OVP (Método *Kaatsu*)

provoca a hipertrofia muscular, se ele pode ser utilizado de forma segura e sua eficácia se empregado para a reabilitação fisioterapêutica.

Ladlow et al demonstrou que a aplicação da técnica na reabilitação de sujeitos hospitalizados com lesão músculo esquelética, pós-cirurgia e fraturas no membro inferior, durante 3 semanas tem resultados positivos. Foi identificado maior aumento da área de secção transversa em relação ao grupo controle, assim como força muscular e nos testes funcionais aplicados¹⁰. Em outra pesquisa, após um treinamento de oito semanas com diferentes intensidades de carga e repetições, os participantes do estudo de Barcelos et al. não desenvolveram diferenças significativas na hipertrofia e força do quadríceps entre os treinamentos de resistência a baixas cargas realizadas até a falha com (OC) ou sem oclusão vascular parcial (NOC), porém quando comparados ao pré-treinamento houve aumento da força em $22,3 \pm 4 \%$ enquanto a massa aumentou em $3,6 \pm 1,4\%$, para todos os grupos, os resultados da resposta aguda de lactato foram intensos, mas também foram semelhantes entre OC e NOC, o que o levou a concluir que uma magnitude similar da hipertrofia muscular e força muscular pode ser alcançadas a partir de um treinamento de resistência a baixa carga ($\leq 50\%$ de 1RM) realizado até a falha, independentemente da restrição do fluxo sanguíneo carga ou volume em jovens saudáveis¹¹.

Este resultado pode ser comparado ao relatado por Laurentino et al. que teve como frequência (2x por semana) e tempo de intervenção (8 semanas) semelhantes, mas o autor estratificou sua amostra em três grupos, no grupo LI (baixa intensidade sem oclusão- 20% 1RM), onde se observou aumento de força, porém a mudança delta nos valores de 1RM foi significativamente menor no grupo LI quando comparado com ambos LIR (*Kaatsu*- 20% 1RM) e HI (alta intensidade – 80% 1RM)¹².

Esses resultados corroboram com uma recente meta-análise, onde se demonstrou que o exercício com *Kaatsu* (30% 1RM) produziu maior ganho de força e volume muscular que o treino de baixa intensidade isolado, e similar o treinamento de alta carga em indivíduos com osteoartrite de joelho.¹⁸

Embora o treinamento em qualquer intensidade seja capaz de induzir incrementos de força em indivíduos previamente não treinados, para as adaptações musculares é necessária uma gama de intensidades que combinam com as atividades realizadas por isso o *American College of Sports Medicine* faz indicação de intensidade $> 70\%$ de 1RM para provocar os maiores aumentos no tamanho e força do músculo esquelético¹⁹. A conclusão é de que LIR é capaz de induzir ganhos na força muscular de 1RM e massa muscular mensurada através da área de secção transversa do músculo (CSA) semelhante à observada após o HI tradicional¹². Esses achados sugerem que ambos LIR e HI resultaram em uma taxa de proteólise diminuída, que pode explicar o incremento da hipertrofia observado nesses grupos.

No estudo de Gundermann *et al.* verificaram que o método *Kaatsu* provocou um aumento de proteína muscular (MPS) e sinalização anabólica, concluindo que a hiperemia reartiva não é o mecanismo primário que induziu estes efeitos metabólicos²⁰. Além disso, o método *Kaatsu* desencadeou um grande aumento da produção de ácido láctico (LA) conduzindo a uma fadiga muscular precoce que potencializa o recrutamento de fibras ligadas ao crescimento muscular. A concentração de lactato é uma das respostas metabólicas que influenciam a hipertrofia muscular, assim com a OVP há uma menor remoção dos subprodutos metabólicos, que ficam acumulados nos tecidos adjacentes ao músculo levando a ativação adicional de fibras musculares necessárias para manter o mesmo nível de geração de força²¹. O LA foi encontrado aumentado em exercícios com *Kaatsu* por Kumagai *et al.*, que indicou que a percepção de esforço (PE) aumentou após 10 minutos da sessão de treinamento, onde o LA apresentou maior concentração gradualmente, levando a crer que o desconforto percebido pelos participantes possa ser a resposta do músculo as alterações da fadiga²².

A acumulação de metabolitos no músculo em funcionamento pode induzir recrutamento de fibras musculares de ambos os tipos de fibras, Tipo I e Tipo II, para manter um determinado nível de força. Portanto, os

resultados sugerem que os metabólitos intramusculares podem acumular-se gradualmente durante a baixa intensidade de exercício com OVP (40% $\text{VO}_2 \text{max}$)²¹. O estresse metabólico bem como o inchaço muscular e maior ativação muscular foram verificados por Wilson *et al.* no grupo *Kaatsu* em relação a um grupo controle, não houve aumento dos índices de dano muscular²³. Além disso, a OVP moderada resultou em oclusão venosa, mas não houve oclusão arterial em nenhum dos participantes. O estresse metabólico semelhante ao exercício de resistência de alta intensidade leva ao aumento da ativação e síntese de proteínas musculares. O acúmulo de metabólitos devido à redução da oxigenação eleva a concentração do ácido láctico após o exercício e pode aumentar o recrutamento de fibras de limiar (tipo II) através da estimulação do grupo Fibras aferentes III e IV. O acúmulo dos metabólitos também pode facilitar o aumento do GH observado após exercício de resistência com oclusão²⁴.

A utilização de uma faixa elástica foi apresentada como uma alternativa por Wilson *et al.*²⁴ para ocasionar OVP, sendo uma opção de baixo custo comparado aos manguitos pneumáticos, mas apresentando maiores riscos, pois o mesmo utiliza uma escala de percepção de pressão (0- 10), onde 7 é classificado como restrição moderada do fluxo sanguíneo. O protocolo descrito não determina a pressão utilizada e nem analisa o preenchimento capilar, pontos-chaves fundamentais para o sucesso e segurança da técnica conforme relatado por Fhas *et al.*, desta forma não recomendado esse material para aplicação da técnica²⁴.

O objetivo do estudo de Ellefsen *et al.* foi comparar as características funcionais e eficiências biológica da extensão típica em protocolo de 12 semanas de treinamento *Kaatsu* e alta intensidade (HST) em mulheres anteriormente não treinadas, avaliando as respostas agudas em 1RM, CSA de distal e proximal, tamanho dos músculos quadríceps e vasto lateral (VL), níveis de hormônio sérico e fibras musculares composição e expressão gênica em VL¹³. Para que os resultados não fossem influenciados pela grande variação de resposta ao treinamento entre os indivíduos, o *Kaatsu*

foi alocado de forma aleatória para uma perna, enquanto o HST foi alocado para a outra perna e treinados em dias diferentes para que não houvesse efeito contralateral¹³. As alterações foram semelhantes em composição da fibra muscular e nas biópsias de VL, *Kaatsu* e HST teve efeitos semelhantes sobre a expressão dos 29 genes investigados envolvido na função muscular e plasticidade tanto de forma agudas quanto em repouso após a última sessão. Isto sugere que os dois protocolos tiveram a mesma ativação das fibras tipo II que geralmente são atingidas em treinamento anaeróbico.

O treino com oclusão pode ser utilizado em situações em que o objetivo é evitar a alta carga nas estruturas ligamentares, tendíneas e cartilaginosas, o estudo de Bryk *et al.* buscou comparar o efeito do treinamento de exercícios de baixa carga combinados com OVP a um programa de exercícios de alta carga sem oclusão em pacientes com lesão degenerativa no joelho, resultando em mudanças semelhantes em relação a força, função e alívio da dor em pacientes com osteoartrite no joelho¹⁴.

No entanto, as pacientes do grupo de oclusão apresentaram menor desconforto anterior no joelho durante os exercícios¹⁴, a dificuldade de adicionar exercícios de alta carga para fortalecimento muscular sem gerar efeitos nocivos sobre a articulação do joelho, faz o treinamento com oclusão ser uma boa alternativa para reabilitação, especialmente em pessoas com doenças degenerativas. A diminuição da dor demonstra que o desconforto provocado pela pressão do manguito não implica em limitação para a utilização da técnica²³.

Os autores relataram ainda um resultado igual de adaptação funcional do músculo entre os grupos. Sendo assim, é provável que uma redução intensidade do treino leva a um menor volume do treinamento, podendo ser uma estratégia interessante por promover uma menor sobrecarga na musculatura e nas articulações, diminuindo o número de lesões²³. A população idosa que normalmente possuem estruturas osteoarticulares mais fracas, sem condição de passar por um processo de reabilitação com alta resistência pode se beneficiar de treinos de força combinadas ao Método *Kaatsu*²⁵.

Exercícios com as faixas elásticas são amplamente utilizadas em exercícios para treinamento de resistência, no entanto é difícil quantificar sua resistência dentro de 1RM, as diferentes resistências da faixa são utilizadas para determinar a intensidade. O uso do método *Kaatsu* combinada a faixas de baixa resistência tem resultado semelhante para força, espessura e massa magra ao treinamento convencional com faixas de resistência moderada ou alta, demonstrando que a oclusão combinada à baixa intensidade pode ser útil para fortalecimento em casos de contraindicação de estresse para as articulações^{25,26}.

A lesão em pessoas com tetraplegia resulta em fraqueza da musculatura esquelética e atrofia muscular, Gorgey *et al.* buscou uma abordagem de reabilitação para o aumento CSA de extensores de punho, força e funções de mão em pessoas com tetraplegia incompleta além de verificar o efeito imediato na dilatação arterial mediada pelo fluxo (FMD). Após seis semanas de intervenção o grupo que realizou estimulação elétrica neuromuscular (NMES) + *Kaatsu*, demonstrou resultados favoráveis, quando comparado com NMES apenas no extensor de punho. Foi observado que em NMES + *Kaatsu* houve hipertrofia muscular e notável melhora na força e modesta na função da mão¹⁶.

Para potencializar o treinamento de resistência de atletas Mueller *et al.* utilizou a uma plataforma vibratória, os indivíduos em ortostase receberam estímulos mecânicos através de seus pés, gerados pela plataforma associada OVP para induzir melhorias adicionais capilarização e hipertrofia^{17,27}. Após o período de intervenção os grupos que realizou o treinamento na plataforma vibratória associado a OVP, apresentou melhores que resultado que o grupo que realizou o treinamento convencional¹⁶. Esses resultados divergem do estudo realizado Hammer *et al.*²⁸, que não encontrou diferença entre a utilização da plataforma vibratória de forma isolada em relação ao treinamento convencional. Mediante isto, é possível afirmar que o treino com OVP, potencializou os resultados de ganho de força e hipertrofia muscular, bem como o seu desempenho físico.

A OVP busca facilitar e potencializar o treinamento de força, diversas adaptações ocorrem na musculatura como resposta a hipóxia gerada pela pressão externa do manguito. Os resultados têm demonstrando-se favoráveis à utilização do Método Kaatsu no processo de reabilitação de patologias neurológicas, musculoesqueléticas, para indivíduos de diversas populações (idosos, adultos e jovens) e gêneros (homens e mulheres) promovendo melhora na qualidade de vida e funcionalidade desses indivíduos.

► CONCLUSÃO

Os resultados dos estudos inclusos sugerem que o método Kaatsu pode ser utilizado como técnica para promoção de hipertrofia, fortalecimento muscular e sua aplicação na reabilitação, similar ao treinamento de alta intensidade. Desta forma recomenda-se o uso da técnica na reabilitação de indivíduos onde o treino de alta intensidade é contraindicado e pode ser prejudicial para saúde, e para sujeitos saudáveis ou não saudáveis que tem como objetivo o ganho de hipertrofia muscular. A associação da OVP permite melhorar a qualidade do tratamento oferecido, visto que é possível gerar um aumento da força sem sobrecarregar as articulações além de associar as mais diferentes técnicas para serem utilizadas concomitantemente ao Método *Kaatsu*.

Este estudo não está livre de limitações devido à restrição de artigos serem apenas de língua inglesa, bem como a maioria das comparações serem com o treino de alta intensidade e não baixa intensidade. Sugere-se que estudos futuros comparem os efeitos do treinamento da baixa intensidade com o treinamento Kaatsu, aplicando uma metodologia segura e reprodutível.

► REFERÊNCIAS

1. Silva ERD, Souza YRD, Smirdele PO. Efeito da oclusão vascular no treinamento contra-resistido de baixa intensidade. *Rev Dig EDFdeportes.com*. 2012;2015(166).
2. Wolinski PA, Neves EB, Pietrovski EF. Análise das repercussões hemodinâmicas e vasculares do treinamento Kaatsu. *Com Scientiae Saúde*. 2013;12(2):305-312
3. Costa GPN, Moreira VP, Reis AC, Leite SN, Lodovichi SS. Efeitos da oclusão vascular parcial no ganho de força muscular. *Rev Acta Fisiátrica*. 2012;19(3):192-7.
4. Manimmanakorn A, Manimmanakorn N, Taylor R, Draper N, Billaut F, Shearman JP, et al. Effects of resistance training combined with vascular occlusion or hypoxia on neuromuscular function in athletes. *Eur J Appl Physiol*. 2013; 113(7):1767-74
5. Tarakada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol*. 2000;88: 2097-2106.
6. Pernambuco AP, Carvalho NM, Santos AH. A eletroestimulação pode ser considerada uma ferramenta válida para desenvolver hipertrofia muscular?. *Fisioter Mov*. 2013;26(1):123-131.
7. Ilysz J, Stultz J, Burr JF. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport*. 2016;19(8):669-75.
8. Tabata S, Suzuki Y, Azuma K, Matsumoto, H. Rhabdomyolysis After Performing Blood Flow Restriction Training: A Case Report. *J Strength Con Res*. 2016;30(7):2064-
9. Foschini D, Prestes J, Charro MA. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2007;9(1):101- 106.

10. Ladlow P1,2, Coppack RJ1,2, Dharm-Datta S1, Conway D1, Sellon E3, Patterson SD4, Bennett AN1. Low-Load Resistance Training With Blood Flow Restriction Improves Clinical Outcomes in Musculoskeletal Rehabilitation: A Single-Blind Randomized Controlled Trial. *Front Physiol.* 2018 Sep 10;9:1269.

11. Barcelos LC, Nunes PRP, De Souza LRMF, De Oliveira AA, Furlanetto R, Marocolo M, et al. Low-load resistance training promotes muscular adaptation regardless of vascular occlusion, load, or volume. *Eur J Appl Physiol.* Published online 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00421-015-3141-9>.

12. Laurentino GC, Ugrinowitsch' C, Roschel H, Aoki MS, Soares AG, Neves MJ, et al. Strength Training with Blood Flow Restriction Diminishes Myostatin Gene Expression. *Medicine & Science in sports & exercise.* 2012; 44(3):406-12.

13. Ellefsen S, Hammarström D, Strand TA, Zacharoff E, Whist JE, Rauk I, et al. Blood flow-restricted strength training displays high functional and biological efficacy in women: a within-subject comparison with high-load strength training. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2015;309(7):R767-79.

14. Bryk FF, Dos Reis AC, Fingerhut D, Araujo T, Schutzer M, Cury RPL, et al. Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Published online 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00167-016-4064-7>.

15. Thiebaud RS, Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Kim D, Abe T, et al. 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. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2013; 33(5):344-352.

16. Gorgey AS, Timmons MK, Dolbow DR, Bengel J, Fugate-Laus KC, Michener LA, et al. Electrical stimulation and blood flow restriction increase wrist extensor cross-sectional area and flow mediated dilatation following spinal cord injury. *Eur J Appl Physiol*. Published online 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00421-016-3385-z>.

17. Mueller SM, Aguayo D, Lunardi F, Ruoss S, Boutellier U, Frese S, et al. 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*. Published online 2013; 114(1):123-33.

18. Ferlito JV, Pecce SAP, Oselame L, De Marchi T. The blood flow restriction training effect in knee osteoarthritis people: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*. August 2020. doi:10.1177/0269215520943650

19. ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41: 687–708.

20. Gundermann DM, Fry CS, Dickinson JM, Walker DK, Timmerman KL, Drummond MJ, et al. Reactive hyperemia is not responsible for stimulating muscle protein synthesis following blood flow restriction exercise. *J Appl Physiol*. 2012;112(23): 1520–1528.

21. Loenneke JP; Fahs CA, Wilson JM, Bemben, MG. Blood flow restriction: The metabolite/volume threshold theory. *Medical Hypotheses* 2011; 77: 748–752

23. Kumagai K, Kurobe K, Zhong H, Loenneke JP, Thiebaud RS, Ogita F, et al. Cardiovascular drift during low intensity exercise with leg blood flow restriction. *Acta Physiologica Hungarica*. 2012; 99(4):392–399.

23. Wilson JM, Lowery RP, Joy JM, Loenneke JP, Naimo MA. Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *J Strength Cond Res.* 2013;27(11):3068-75.

24. Fhas CA; Loenneke JP; Rossow LM; Robert ST; Bembem MG. Methodological considerations for blood flow restricted resistance exercise. *Journal of Trainology.* 2012; 1:14-22.

25. Loenneke JP, Thiebaud RS, Fhas CA, Rossow LM, Abe T, Bembem MG. Blood flow restriction: Effects of cuff type on fatigue and perceptual responses to resistance exercise. *Acta Physiologica Hungarica.* 2014;101(2):158–166.

26. Kochinski NE. Treinamento de força com Oclusão Vascular no idoso e sua influencia na força, trofismo e risco de quedas: Estudo de caso [Dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2015.

27. Santos Filho SD, Bernardo RM, Santos FA, Meyer PF, Ronzio AO, Guedes SSV, et al. Exercícios de vibração de corpo inteiro em plataformas vibratórias: Interesse Científico. *Revista Saúde (Santa Maria).* 2015;41(2):19-26.

28 Hammer RL1, Linton JT1, Hammer AM2. Effects of Heavy Squat Training on a Vibration Platform on Maximal Strength and Jump Performance in Resistance-Trained Men. *J Strength Cond Res.* 2018 Jul;32(7):1809-1815.