APLICAÇÃO DO MÉTODO KAATSU NOS GANHOS DE HIPERTROFIA E FORÇA MUSCULAR: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA[1]

Aniely da Rosa Ribeiro[2] ; Tarson Brito Landolfi[2]; Thais Alves Barbosa[2]; Karla de Toledo C. Muller[3]; Nelson Kian[4]

RESUMO

Introdução: A força e o volume muscular são considerados importantes moduladores do nosso sistema musculoesquelético, pois quando estão bem estabelecidos, podem auxiliar na prevenção de muitas desordens corporais. O método Kaatsu visa utilizar uma interrupção parcial do fluxo sanguíneo associado ao treinamento com resistência de baixa intensidade para gerar aumento de força e volume muscular, com diminuição da sobrecarga na articulação. **Objetivo**: Este estudo tem por finalidade investigar a efetividade do Método Kaatsu em ganho de hipertrofia e força muscular. **Materiais e métodos**: Trata-se de uma revisão sistemática da literatura construída entres os meses de agosto de 2019 a maio de 2020, por meio das bases de pesquisa MEDLINE, PubMed e Google Acadêmico, incluindo estudos clínicos realizados em humanos e descritos nos idiomas português e inglês, sendo excluídos estudos com crianças, artigos sem conclusão, incompletos, dissertações e teses. **Resultados e Discussão:** Foram identificados 184 estudos e após passar por critérios previamente definidos e revisados, apenas 6 artigos foram selecionados. Demonstraram que o método Kaatsu promove ganhos de hipertrofia e força muscular similares aos encontrados no treinamento de alta intensidade. Isso deve-se ao estímulo maior das células musculares anaeróbicas, que possuem um limiar baixo de fadiga, geram aumento de força mais rápido, utilizando menor intensidade e menor número de repetições nos exercícios. **Considerações finais**: Foi verificado que este método é eficaz para o aumento do volume e da força muscular, se corretamente aplicado e adjunto à alguns cuidados essenciais que sempre devem ser considerados indispensáveis em seu uso.

Palavras chave: Oclusão parcial vascular; Treinamento com baixa resistência; Adaptação neuromuscular

---

[1] Trabalho de conclusão do curso de fisioterapia da Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande - MS

[2] Acadêmicos do curso de fisioterapia da Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande – MS. Email: tarsonbl@gmail.com

[3] Prof.ª Dra. docente curso de fisioterapia da Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande – MS.

[4] Prof.º Me. do curso de fisioterapia da Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande – MS. Email: nelkian@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A força faz parte de um dos componentes motores que estão intrínsecos a nossa aptidão física, ou seja, correlacionam-se diretamente a capacidade de realização de atividades diárias com maior eficiência e menor gasto energético. O termo força muscular representa uma quantidade máxima de tensão que um músculo ou um grupo muscular é capaz de produzir em um padrão específico de movimento que pode ser realizado em determinada velocidade[1].

A força é considerada um importante modulador do nosso sistema musculoesquelético, pois quando bem estabelecida pode agir na prevenção de desordens posturais, articulares e no surgimento de algias em determinados pontos do corpo. Sendo a coluna lombar uma das regiões mais afetadas, além de ser um fator opositor das fadigas musculares localizadas[2].

Um dos termos que normalmente são correlacionados com força muscular, mas que possui uma grande diferença em aspecto fisiológico, é a hipertrofia muscular, que se define como um aumento dos componentes e estruturas da célula muscular, ou seja, do volume muscular. Logo, o tamanho do músculo não está diretamente ligado com a quantidade de força que o mesmo pode gerar em determinada contração, ao mesmo tempo que uma célula muscular mais desenvolvida pode influenciar na qualidade da contração[3,4].

A maneira mais utilizada atualmente como promotora do aumento ou manutenção da força e da hipertrofia muscular é a prática de um treinamento com exercícios resistidos de alta intensidade. Esses exercícios são baseados na exigência de que a musculatura promova movimento contra a oposição de uma força de resistência, normalmente exercida por equipamentos específicos. Os praticantes dessa modalidade de exercício visam o aumento da força muscular, bem como também da quantidade de massa magra corporal, diminuição da gordura corporal, melhoria do desempenho físico na vida diária e/ou em atividades esportivas[3].

Infelizmente, esse tipo de fortalecimento e aumento de massa muscular não é totalmente possível quando se trata de indivíduos que sofrem algum tipo de doença osteoarticular, disfunções neuromusculares, que possuem alguma incapacidade de realização de esforços físicos intensos ou que se encontram em processos pós-cirúrgicos. Fatores esses que estimularam a criação de um método de treinamento que gerasse ganhos de força e hipertrofia muscular realizando apenas exercícios de baixa intensidade, utilizando apenas cerca de 20% da resistência máxima (1 RM) que um indivíduo é capaz de suportar antes de sua musculatura entrar em fadiga em determinado exercício[5].

O método responsável por suprir essa demanda, surgiu por meio de uma observação muito simplória do doutor Yoshiaki Sato, em 1966. A técnica ficou conhecida como método

Kaatsu e consiste em uma aplicação de pressão, podendo essa ser ofertada por meio de um esfigmomanômetro, de uma faixa elástica, de um garrote ou até mesmo por um aparelho específico para o uso desse método[6].

O dispositivo utilizado é posicionado na porção proximal dos membros a serem exercitados e inflado, causando a diminuição do fluxo sanguíneo para o local e associa-se ao treinamento de resistência de baixa intensidade. Esse método pode ser auxiliar na recuperação pós-cirúrgica ou de alguma lesão e contribuir para a população idosa e indivíduos que possuam algum nível de comprometimento neuromuscular, sendo uma nova possibilidade na reabilitação fisioterapêutica, pois pode diminuir o estresse imposto sobre as articulações e consequentemente gerar menos dor[7].

A presente revisão sistemática visa analisar os efeitos do método Kaatsu no ganho de força muscular, bem como se esses exercícios são capazes de aumentar o trofismo muscular, além de, qual protocolo é mais eficaz para tais ganhos, e quais os riscos durante a aplicação relacionando-os com as alterações fisiológicas encontradas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo refere-se de uma revisão sistemática da literatura. Os trabalhos publicados foram selecionados a partir do ano de 2015. Para a elaboração do texto, foram selecionados artigos nacionais e internacionais retirados das bases de dados: Medline, PUBMED e Google Acadêmico. Como critérios de inclusão foram avaliados os estudos clínicos realizados em humanos, envolvendo trabalhos escritos em português e inglês, e como critérios de exclusão, estudos realizados em crianças, artigos sem conclusão, incompletos, dissertações e teses. As palavras chaves utilizadas foram: oclusão parcial vascular, treinamento com baixa resistência e adaptação neuromuscular. Da mesma forma, foi recrutado no idioma inglês: vascular partial occlusion, low resistance training e neuromuscular adaptation.

Foram identificados 184 estudos com a combinação dos descritores, após passar por critérios previamente definidos e revisados, apenas seis estudos foram selecionados para participarem da presente revisão sistemática (FIGURA 1).

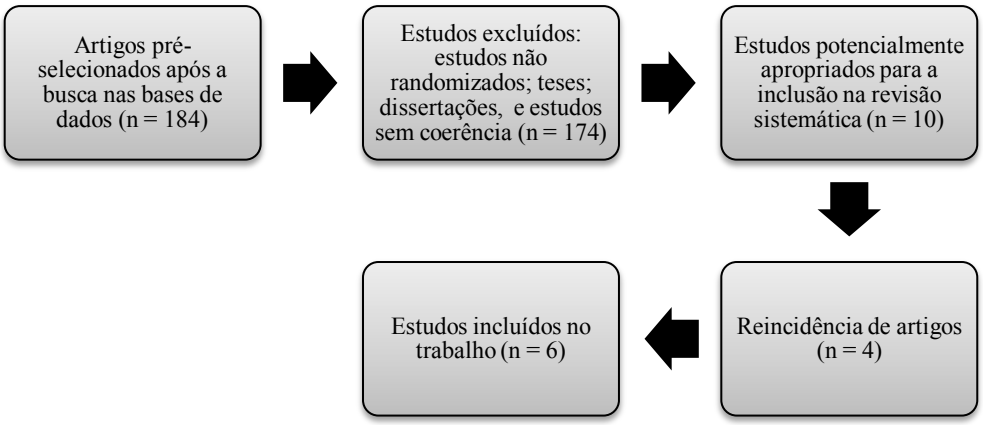


FIGURA 1: Ordem cronológica da seleção dos artigos que deram origem à discussão a ser apresentada a seguir.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dos seis artigos encontrados, 3 deles obtiveram uma amostra mista, misturando ambos os sexos para a avaliação, 2 avaliaram homens e somente 1 classificou apenas mulheres para o estudo, sendo assim, a população masculina foi a maior fonte dos resultados dos estudos utilizados. O resumo dos dados obtidos em cada estudo encontra-se no FIGURA 2.

ESTUDO	PROGRAMAÇÃO	AVALIAÇÃO	DESFECHO
BIAZON, et al. (2019)	Os protocolos incluíram exercícios de quadríceps unilateral para 30 jovens, realizado 2x por semana, em que se realizaram 3 séries de 10 repetições com uma carga correspondente a 80% de 1-RM durante 10 semanas.	Compararam os efeitos de hipertrofia do músculo vasto lateral, intensidade de eco, foram avaliados por ultrassonografia. O estresse metabólico pode ser medido por espectroscopia no infravermelho, próximo a região, durante o exercício.	Os valores de 1-RM aumentaram, de forma semelhante e significativa, entre os grupos musculares.
BRANDER, et al. (2019)	Treinamento em 39 pessoas, 8 semanas, 3x por semana em dias não consecutivos. Incluíram 3 exercícios de MMII (Extensores e Flexores de Joelho) e 3 de MMSS (Cotovelo). Com a pressão de oclusão de membros variando em 20%, 60% e 70% de 1 RM.	Força muscular dos MMII, exercícios de extensão ou flexão de joelho com restrição do fluxo sanguíneo. Extensão de joelho, agachamento com barra nas costas, elevação da panturrilha em um leg press de 45°, supino com barra, fileira sentada e fortalecimento de bíceps braquial com barra. Força muscular (dinamômetro).	Não houve diferenças significativas entre os grupos quanto à idade, altura, massa corporal e IMC. Em geral, a força aumentou ao longo do tempo em todos os exercícios. Os resultados mostraram que o período ideal para o aumento da força muscular esteja entre 4 e 8 semanas.
DANKEL et al. (2017)	Os protocolos de flexão do cotovelo foram aplicados a 15 pessoas, sendo: (a) um manguito elástico (30 - 160 mmHg) e (b) um manguito de	A amplitude eletromiográfica foi registrada no bíceps braquial durante o exercício. Escala de desconforto também	Os resultados demonstraram que a amplitude eletromiográfica, a espessura muscular aguda e a força muscular pós-exercício não

	nylon inflado por um esfigmomanômetro. Utilizando uma carga de 30% do 1RM. O mesmo protocolo foi realizado em ambos os braços.	foram utilizadas por todos os participantes, sendo graduada de 0 a10, onde 10 era o maior grau de desconforto. Dinamômetro isocinético, para contração voluntaria máxima.	diferem muito quando comparamos os tipos de manguitos utilizados para aplicar o método Kaatsu.
FERRAZ et al. (2018)	Foi realizado treinamento de extensão de joelho, utilizando três grupos de 48 pessoas: treinamento resistido de alta intensidade; treinamento resistido de baixa intensidade e treinamento resistido de baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo.	Foram utilizados leg press, extensão de joelho. A tomografia computadorizada, para ganho de massa muscular. Womac também foi utilizado, essa avaliação é um conjunto amplamente utilizado de questionários padronizados, para avaliar a condição de pacientes.	Os resultados mostraram efeitos semelhantes no aumento da força muscular, massa muscular do quadríceps e funcionalidade nos pacientes, onde também foi identificada, uma melhora da dor ao usar cargas mais baixas e induzir menos estresse nas articulações.
MEISTER, et al. (2016)	Treinamento de 10 semanas, 2x por semana, em 12 jovens realizando extensão de joelho. Lado Direito - exercícios resistido. Carga inicial foi de 20% de 1-RM. Já o Esquerdo, treinamento com oclusão vascular. A pressão do esfigmomanômetro foi de 160 mmHg.	Todas as avaliações foram realizadas pelo mesmo experiente instrutor no início e no final do programa de exercícios. Massa corporal e a estatura foram medidas com uma escala antropométrica.	Ambos os sistemas utilizados produziram efeitos similares nos ganhos de força e hipertrofia muscular.
NETO, et al. (2018)	Foi realizado treinamento de extensão de joelho e flexão de cotovelo em 16 pessoas, por 4 semanas, 2x por semana. Agachamento livre e flexão de cotovelo, à 40% de 1RM. E agachamento livre e flexão de cotovelo à 80% de 1RM. A pressão utilizada, foi de 160mmhg para a coxa e 100mmhg para o braço.	Foi avaliada a qualidade muscular, determinada pela espessura muscular (Ultrassonografia). Todas as imagens coletadas foram lidas pelo ultrassom software Image-J.	Foi comprovada a efetividade do treinamento com oclusão parcial vascular no aumento de força e volume muscular.

FIGURA 2: Resumo dos artigos utilizados como base para a construção desse estudo.

A forma mais utilizada atualmente para se promover hipertrofia e aumento da força muscular são os exercícios resistidos com pesos, podendo esses serem por meio do próprio peso corporal ou por meio de dispositivos hidráulicos, elásticos, molas ou mesmo por meio da própria contração isométrica de média a longa duração. Esses exercícios são bem aceitos pela população jovem e saudável, pois inúmeros estudos já comprovaram sua evidência científica, porém aqueles que por ventura não podem realizá-los por limitações físicas, condições clínicas ou patologias associadas acabam por ficar desassistidos em relação a treinos de ganhos de força e volume muscular, o que em muitos casos promove um retardo em seu processo de recuperação[2].

O treinamento utilizando somente 20 a 30% de 1 RM associado à oclusão vascular veio a se tornar uma forma inovadora, ímpar, eficaz e mais segura para se promover tais ganhos em um curto período de tempo quando comparado ao uso do método tradicional. Pois, oferta um novo e amplo horizonte de possibilidades em relação ao curso do tratamento do paciente que não consegue efetivamente alcançar tais objetivos por não se adequar ao treino de alta intensidade[3].

Até o presente momento, sabe-se que o treinamento com resistência convencional, ou seja, utilizando equipamentos ou até mesmo a ação da gravidade como força de resistência a ser vencida, produz rápidos resultados se houver um equilíbrio entre a regularidade dos exercícios e uma dieta equilibrada para que os mesmos comecem a se tornar efetivos. Porém, um dos efeitos do treinamento com oclusão é que os ganhos hipertróficos são encontrados antes mesmo do aparecimento das primeiras alterações e adaptações fisiológicas[3].

Biazon et. al [8], investigou os efeitos do exercício com restrição de fluxo sanguíneo no treinamento, no qual tinha como objetivo confirmar suas hipóteses: (1) o BFR (exercícios com oclusão parcial vascular) não produziria um efeito aditivo nas adaptações neuromusculares quando a tensão mecânica é alta; (2) protocolos de alta tensão mecânica (HL-RT: exercícios com carga elevada e sem oclusão parcial vascular e HL-BFR exercícios com carga elevada e associados à oclusão parcial vascular) não apresentariam associação entre estresse metabólico e hipertrofia muscular; (3) o treinamento de BFR de baixa carga produziria adaptações neuromusculares semelhantes ao HL-RT; e (4) o estresse metabólico só teria associação com a hipertrofia muscular quando a tensão mecânica é baixa (LL-BFR exercícios com baixa carga, associados com a oclusão parcial vascular).

Dessa forma, utilizaram três protocolos experimentais, em 30 homens jovens, durante 10 semanas. Primeiro, realizaram o treinamento de resistência com altas cargas (HL-RT); em seguida o treinamento resistido de alta carga com restrição de fluxo sanguíneo (HL-BFR); e depois o treinamento de resistência de baixa carga com restrição de fluxo sanguíneo (HL-BFR). Os protocolos BFR (LL-BFR e HL-BFR) mantiveram o fluxo sanguíneo restrito apenas durante o exercício, para manter o nível de restrição sanguínea igualado entre os protocolos[8].

Os indivíduos foram divididos em três grupos e realizaram extensão de joelho unilateralmente usando uma máquina convencional, duas vezes por semana. Os protocolos HL-RT e HL-BFR realizaram 3 séries de 10 repetições com uma carga correspondente a 80% de 1-RM. Já o BFR realizou 3 séries de 20 repetições com 20% de 1 RM. Sendo necessário um período de descanso de 1 minuto entre os conjuntos para todos os protocolos. Após a quinta semana, o 1-RM foi reavaliado para ajustar a carga de treinamento[8].

Ao final da sexta semana, houve um aumento no número de séries para quatro, para todos os participantes. A pressão do manguito usada foi ajustada para 60% da pressão de oclusão na condição de repouso. A pressão do manguito permaneceu inflada durante o exercício e desinflada durante os períodos de descanso. Assim, a pressão média utilizada ao longo do treinamento foi de 81,85 ± 4,45 mmHg[8].

Ao término do experimento, foi confirmado as quatro hipóteses, (1) BFR não produziu efeito aditivo na hipertrofia muscular quando a tensão mecânica é alta; (2) protocolos de alta tensão mecânica não produziram uma correlação significativa entre estresse metabólico e hipertrofia muscular (HL-RT e HL-BFR); (3) LL-BFR produziu adaptações neuromusculares semelhantes às HL-RT; e (4) o estresse metabólico tem uma associação positiva e significativa com a hipertrofia muscular apenas quando a tensão mecânica é baixa (LL-BFR)[8].

A força muscular aumentou significativamente após 10 semanas de treinamento (HL-RT = 41,0% e LL-BFR = 32,2%, respectivamente). Apesar da HL-BFR combinar os níveis mais altos de estresse metabólico e tensão mecânica, a hipertrofia muscular e os ganhos de força foram semelhantes aos protocolos com níveis mais baixos de estresse metabólico (HL-RT) ou tensão mecânica (LL-BFR). Os resultados desse estudo sugerem que a adição de BFR ao exercício contribui para adaptações neuromusculares apenas quando o treinamento de força for realizado com baixa carga[8].

De acordo com a literatura, em condições normais, as fibras musculares do tipo I são recrutadas antes que as fibras do tipo II, pois são predominantemente mais utilizadas durante as contrações menos intensas. As adaptações neuromusculares encontradas no treinamento oclusivo ocorrem com maior prevalência nas fibras do tipo II, com uma maior geração de força muscular[9-11].

Existem ainda outras evidências que trazem que as fibras do tipo II são mais recrutadas em situações de diminuição da oferta de oxigênio, ou seja, durante uma hipóxia ou isquemia muscular, pois encontrou-se que as fibras do tipo I fadigam mais rapidamente com níveis de oxigênio baixo[12].

Suga et. al [11] observou em seu estudo que a diminuição do oxigênio local promovido pelo treinamento com o uso da oclusão parcial vascular ocasionou um elevado estímulo de recrutamento das fibras do tipo II, muito maior do que o grupo que não utilizou esse método ou que mesmo utilizou somente exercícios ofertados com alta resistência.

Por sua vez, no estudo realizado por Meister et. al [13], foi avaliado os efeitos do treinamento resistido de baixa intensidade combinado com oclusão sanguínea, só que agora comparando a protocolos de alta intensidade. Para isso, 12 homens jovens e saudáveis foram

treinados com dois métodos por 10 semanas, duas vezes por semana. No membro inferior direito foi realizado o treinamento resistido com intervalo isométrico (ISO) e no membro inferior esquerdo o treinamento com oclusão vascular (OCL) no exercício de extensão de joelho, utilizando 20% de 1 RM em ambos os métodos.

Os dois protocolos foram divididos, tanto no membro inferior direito como no esquerdo. O membro inferior direito foi submetido a um exercício resistido consistindo em contrações concêntricas e excêntricas. Na qual, era realizado três séries de 8 a 12 repetições, com um intervalo de 30 segundos entre as séries. A carga aplicada na primeira sessão de exercício foi de 20% de 1 RM. Após a primeira sessão, a carga foi ajustada continuamente para que o máximo de intervalo de repetições entre cada série não fosse excedido. Ajustes na carga foram realizados com 5 Kg incrementados sempre que necessário[13].

No membro inferior esquerdo, o protocolo de exercício utilizado foi com oclusão parcial vascular. Os indivíduos foram sentados em uma máquina de extensão de pernas com um esfigmomanômetro, em torno do terço proximal da coxa. Foi então inflado 160 mmHg de pressão, sendo também realizado no lado direto[13].

A pressão do manguito foi mantida durante os intervalos de descanso e durante os conjuntos, com ajustes sempre que necessário. A escala visual analógica (EVA) foi utilizada como parâmetro para avaliar a sensação de dor na região do músculo durante a execução dos dois sistemas de treinamento. O desconforto relatado no final da terceira série mostrou que ambos os protocolos podem ter produzido altos níveis de acidose intramuscular[13].

Ao final, constataram que os sistemas utilizados produziram efeitos similares nos ganhos de força e hipertrofia, já que ambos os métodos consistem no uso de cargas reduzidas. Da mesma forma, o treinamento metabólico sem oclusão pode ser tão eficiente quanto o treinamento com oclusão, quando o objetivo é preservar estruturas conjuntas[13].

A diminuição dos níveis de oxigênio pode provocar uma maior produção de óxido nítrico, que por sua vez estimulam o crescimento das células musculares pela ativação das células satélites encontradas no tecido muscular. Logo, o treinamento resistido com oclusão vascular ou em situações de hipóxia pode diminuir a concentração de oxigênio no sangue para aquela região que estiver sendo treinada[14].

O que vêm em concordância ao estudo de Sugaya [11], Yasuda [15] e Suga [16], que demonstra que essa opção de treinamento ocasiona um considerável aumento na concentração de fosfato inorgânico intramuscular, levando a musculatura à fadiga metabólica utilizando somente atividades musculares de baixa intensidade, não deixando de estimular as fibras do tipo II, que são responsáveis pelo aumento da força daquele grupo específico.

Diferindo-se um pouco dos estudos anteriores, Neto et. al [17], procurou investigar os possíveis efeitos positivos do treinamento resistido com oclusão vascular parcial especificamente nos músculos bíceps braquial e quadríceps femoral, com o intuito de verificar uma possível hipertrofia e aumento da força máxima sem a mobilização de cargas elevadas.

Dezesseis indivíduos de ambos o sexo (entre 18 a 40 anos), compareceram duas vezes por semana durante 4 semanas, nesse período foi aplicado um protocolo de treinamento para os grupos Controle (GC) e Experimental (GE) em dias não consecutivos[17].

O GE realizou 6 séries de agachamento livre e flexão de cotovelo à 40% de 1-RM com intervalo de 40 e 30 segundos, respectivamente, entre as séries e velocidade de execução, ou seja, 2 segundos na fase excêntrica, 0 segundos de transição, 2 segundos na concêntrica e 0 de transição. As repetições eram realizadas até a falha concêntrica do movimento. Antes do início das séries, era realizado um aquecimento específico sem a oclusão vascular, com peso leve e que consistia na realização de 20 a 40 repetições de agachamento e flexão de cotovelo[17].

Após isso, as braçadeiras eram colocadas na porção proximal da coxa para o agachamento e do braço para flexão de cotovelo e os manômetros inflados a 160 mmHg para a coxa e 100mmHg para o braço mantidos durante as 6 séries e ajustados durante os intervalos. O GC realizou 6 séries de agachamento livre e flexão de cotovelo à 80% de 1-RM com intervalo de 1 minuto e 10 segundos e velocidade de execução. Foi realizado também o mesmo aquecimento específico, antes de iniciar as séries[17].

Ao final das 4 semanas de treinamento, não foram encontradas diferenças significativas na espessura muscular no momento pré e pós, entre os grupos controle e experimental. Resultados esses que podem ser entendidos levando em consideração alguma alteração na expressão gênica, envolvida intrinsecamente no processo de ganho de massa e força muscular[17].

Essa alteração pode ser provocada por causa da miostatina, que é uma proteína presente nos músculos e responsável por regular a massa muscular, é a miostatina, que quando são super estimuladas podem diminuir a massa magra e o tamanho das fibras musculares[17].

Laurentino et. al [18] encontrou alterações consideráveis no quantitativo de expressão gênica provocada por uma inibição do RNA mensageiro específico da miostatina com treinamento de oclusão vascular de baixa intensidade (40% de 1 RM), similares a outro treinamento, que utilizou alta intensidade (80% de 1 RM)[17].

Além disso, o autor encontrou outras possíveis alterações, só que dessa vez que contribuem para o crescimento muscular em indivíduos que não possuíam nenhuma alteração

na expressão gênica, resultados esses que foram catalogados na expressão gênica de isoformas da filostatina (GASP-1 e SMAD-7)[18].

O mTORC1, proteína alvo de rapamicina em mamíferos do complexo tipo 1, é uma subdivisão da proteína mTOR, que já foi evidenciada por diversos estudos como uma das protagonistas da regulação positiva da hipertrofia muscular[19]. Fry [20] em acordo com esses achados de Laurentino et. al [18], afirmou que o treinamento resistido adjunto a oclusão vascular aumenta a expressão do mTORC1, gerando consequentemente uma maior síntese proteica.

Em relação ao uso do método de oclusão vascular na presença de alguma patologia, encontrou-se na literatura o estudo realizado por Ferraz [21], que objetivou avaliar os efeitos de um programa de treinamento de resistência de baixa intensidade (LI-RT) associado a restrição parcial do fluxo sanguíneo, nos resultados clínicos selecionados em pacientes com osteoartrite (OA) do joelho. Para obter esses resultados, os indivíduos com OA de joelho, foram divididos em três grupos, HI-RT - treinamento resistido de alta intensidade; LI-RT - treinamento resistido de baixa intensidade e BFRT- treinamento resistido de baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo.

A pressão média do manguito de ar que foi acoplado na coxa do paciente (região da prega inguinal), em todo o protocolo de treinamento foi de 97,4 ± 7,6 mmHg, 70% da pressão necessária no grupo BFRT[21].

Os pacientes foram submetidos a um programa de treinamento supervisionado de 12 semanas, com execução de exercícios por 2 vezes na semana e foram avaliados quanto à 1 RM do membro inferior, na área da secção transversal do quadríceps, com exercícios bilaterais no leg press, assim, realizando extensão de joelho usando máquinas convencionais de treinamento de força[21].

A primeira semana de treinamento foi realizada da seguinte forma: HI-RT realizou quatro séries de 10 repetições a 50% 1-RM, enquanto LI-RT realizou quatro séries de 15 repetições a 20% 1- RM. A partir da segunda semana, a intensidade do treinamento foi aumentada para 80% e 30% de 1-RM para HI-RT e LI-RT, respectivamente, e a partir da quinta semana, todos os grupos aumentaram o número de séries realizadas para cada exercício de quatro para cinco[21].

A intensidade do treinamento e a progressão da carga para o BFRT foram exatamente iguais às do LI-RT, no entanto, o BFRT treinou com um manguito de ar colocado na prega inguinal (largura 175 mm × comprimento 920 mm - inflado a 70% da pressão necessária para fornecer restrição parcial do fluxo sanguíneo). Houve um período de descanso de um minuto

entre as séries para todos os grupos, e a carga de exercícios foi ajustada a cada 4 semanas, sempre reavaliando o 1 RM dos pacientes[21].

Ao final para analisar os efeitos do treinamento resistido de baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo, e o treinamento sem a restrição do fluxo sanguíneo, se disponibilizaram de alguns métodos de avaliação. Um desses métodos utilizados foi uma subescala de função física WOMAC, que mostra como foi benéfico o treino para a analgesia, rigidez e função física[21].

Para avaliar a área da seção transversal do quadríceps, foi utilizada a tomografia computadorizada. Segundo os autores, o presente estudo demonstrou efeitos semelhantes entre o BFRT e o HI-RT no aumento da força muscular, massa muscular do quadríceps e funcionalidade em pacientes idosos com OA do joelho. É importante ressaltar que o BFRT também foi capaz de melhorar a dor ao usar cargas mais baixas e induzir menos estresse nas articulações, emergindo como um adjuvante terapêutico viável e eficaz no tratamento da OA[21].

Ao se investigar se o treinamento com resistência vascular possuía alguma interferência nas respostas dos biomarcadores ósseos, ou seja, se o uso do método poderia influenciar de alguma forma na neoformação de células do tecido ósseo. Não se obteve nenhum achado em cima de estímulos de fosfatase alcalina ou reabsorção de reticulado N-telopeptídeo do colágeno tipo I, envolvidos no processo de formação de matriz óssea[21].

Porém, ainda segundo Araújo [22], o uso do método é um fator contribuinte para a manutenção da qualidade dos ossos, principalmente em pacientes mais idosos, pois possibilita a contração muscular de forma mais efetiva, gerando alterações morfológicas importantes que corroboram na estabilização das articulações. Bem como também, na presença de patologias que porventura possam impossibilitar a contração adequada por presença de dor ou mesmo risco de fraturas e/ou por processos de desgastes avançados no tecido ósseo.

O estudo produzido por Dankel et. al [23], objetivou diferenciar os efeitos produzidos por dois protocolos distintos, com e sem a utilização da redução parcial do fluxo sanguíneo, baseando-se nas respostas eletromiográficas, de espessura muscular ou de força muscular pós exercícios entre os dois membros superiores. Para isso, recrutaram-se 17 jovens que já praticavam treinos para hipertrofia só que sem utilizar a restrição parcial sanguínea, desse número apenas 15 seguiram na pesquisa, pois dois não completaram as sessões de testes.

Os participantes do estudo foram orientados a abster-se de alimentação 2 horas antes do treino e de qualquer consumo de cafeína 8 horas antes do início dos exercícios, a fim de observar possíveis mudanças sem qualquer interferência bioquímica, além de serem instruídos também de não se exercitarem de maneira alguma, 24 horas antes de cada sessão de exercício. Um dos

critérios de inclusão foi ter idade entre 18 e 35 anos, não serem fumantes e não possuírem histórico de lesões ortopédicas que impedissem a prática de exercícios físicos[23].

A sessão de exercícios ocorreu em duas ocasiões separadas por um período de 3 semanas, pois esse estudo fazia parte de um projeto matriz que buscava avaliar as diferenças metodológicas entre manguitos. Devido a esse curto período de intervalo, não foi esperado um aumento significativo de força muscular nos participantes, o que foi comprovado ao final por dinamometria[23].

Os indivíduos foram separados em dois grupos por sorteio aleatório a fim de cada grupo treinar com um tipo de manguito, um específico para treinos com oclusão vascular e outro comumente utilizado por profissionais de saúde na aferição da pressão arterial. Após as medições de oclusão vascular adequada e de 30% de 1 RM dos flexores de cotovelo de cada participante, foi aplicada uma série de exercícios resistidos para esse grupo muscular utilizando equipamentos encontrados em academias. As medidas em avaliação foram mensuradas ao final das séries[23].

Três semanas depois, os participantes retornaram uma segunda vez para concluir o estudo, as mesmas recomendações e preparações foram adotadas nessa fase do estudo. Os participantes realizaram quatro séries de exercícios resistidos para flexores de cotovelo utilizando a restrição parcial de fluxo sanguíneo, como na primeira fase; sua amplitude eletromiográficas e a sensação de desconforto foram mensurados imediatamente após cada série, bem como 5, 20, 40 e 60 minutos após cada exercício[23].

O teste eletromiográfico foi aplicado da seguinte maneira, os eletrodos foram posicionados em uma linha entre o acrômio e a fossa antecubital, a pele presente na região foi raspada e limpa com lenços encharcados de álcool, sendo esses procedimentos de eletromiografia de superfície para avaliação não invasiva dos músculos, também chamada SENIAM, utilizados para garantir que os eletrodos fossem colocados na mesma região para cada uma das ocasiões[23].

Todos os participantes realizaram quatro séries de flexão unilateral do cotovelo, com 30 repetições seguidas de 3 séries de 15 repetições, com 30 segundos de descanso distribuídos entre as séries. Os exercícios aconteciam ao ritmo de um metrônomo, permitindo assim exatamente 1 segundo para cada parte concêntrica e excêntrica do exercício. Foi apresentada também uma escala analógica para avaliar o desconforto entre os exercícios, com pontuação variante entre 0 a 10[23].

Para verificar as diferenças nas pressões aplicadas pelo manguito durante o repouso e os exercícios, utilizou-se um teste t de amostra pareada. Assim, através de uma análise da

variância de medidas repetidas 2 x 6 (condição x tempo), que se pode observar as alterações na espessura muscular aguda e no torque isométrico entre os tipos de manguito no período pré-exercício e em 5, 20, 40 e 60 minutos após os exercícios[23].

Esse estudo é pioneiro, pois difere-se entre os demais em relação a comparação do uso de dois tipos de manguitos e sua eficácia em relação as adaptações neuromusculares frente ao uso de restrição parcial vascular, embora não tenha se encontrado diferenças significativas de amplitude eletromiográfica, espessura e força muscular. Identificou-se somente que ambos foram imprescindíveis para induzir as adaptações musculares de curto e longo prazo já catalogados por outros estudos em relação ao método Kaatsu[23].

Outros estudos envolvendo uma população jovem e adulta, demonstraram que o treinamento com oclusão vascular aumentou a área de secção transversal e o torque isométrico máximo dos músculos trabalhados sobre diminuição da oferta de oxigênio tanto quanto em indivíduos treinados com alta intensidade. E ainda, encontrou-se também ganhos não somente na musculatura alvo, mas também na musculatura que não estava em isquemia, quando foram utilizados exercícios compostos. Como ocorreu no caso do músculo peitoral maior, em que o exercício utilizado foi o supino. Também foi encontrado ganho semelhante na musculatura do glúteo máximo, quando se utilizou o equipamento leg press[24-27].

Esse achado pode ser entendido por meio dos estudos de Takarada [7]; Pierce [28] e Reeves[29], que encontraram aumento significativo da secreção aguda do hormônio de crescimento, a somatotropina ou GH (do inglês Growth Hormone), após exercícios com restrição parcial de fluxo sanguíneo. Confirmado também por Kon [30], que encontrou maiores índices desse hormônio pós exercícios com hipóxia, do que em situações de normóxia.

Outros estudos também demonstraram significativo aumento agudo de IGF-1, substância que está intrinsecamente ligada a cadeia de ativação da somatotropina, em poucas semanas de exercícios de treinamento com oclusão parcial[31,32].

Um estudo bem recente feito por Brander et. al [33], seguiu uma linha de estudo mais global em relação aos achados de hipertrofia e aumento de força muscular com base no método Kaatsu, pois objetivou avaliar essas alterações por meio do curo temporal ao treinamento. Foram separadas 8 semanas para essa finalidade e 4 semanas para o destreinamento, sendo avaliado o corpo inteiro e ao final comparando esses resultados com o método tradicional e outro método de treinamento, utilizando apenas cargas leves.

Participaram 39 participantes, sendo 27 homens e 12 mulheres sem qualquer comprometimento neurológico, doença cardiovascular, pulmonar, metabólica, lesões osteomusculares ou tabagismo autorreferido. Além disso, nenhum dos participantes do estudo

teve envolvimento com qualquer tipo de treinamento resistido nos 2 meses anteriores, sendo solicitado também que se abstivessem de exercícios adicionais e realizassem apenas atividades físicas que fossem extremamente indispensáveis para sua funcionalidade[33].

Esse estudo foi baseado principalmente na força muscular dos membros inferiores, devido a escassez de estudos comparativos de treinamento com o método Kaatsu no corpo inteiro. Isso derivou-se das alterações médias observadas nos estudos anteriores, que investigaram as adaptações musculares após os exercícios de extensão ou flexão de joelho[33].

Os participantes dos grupos de treinamento que utilizaram resistência, realizaram 20 sessões de treinamento em 8 semanas, 3 vezes por semana e em dias não consecutivos. Toda sessão incluía 3 exercícios para membros superiores e 3 para membros inferiores. Antes de cada sessão, os participantes realizavam um aquecimento padronizado, consistindo de 5 minutos de bicicleta ergométrica[33].

Os exercícios seguiam a respectiva ordem: extensão do joelho (KE), agachamento com barra (SQ), elevação da panturrilha (CR) em um leg press de 45º, supino com barra (BP), fileira sentada (SR) e fortalecimento do bíceps com barra (BC)[33].

As cargas e repetições aplicadas para todos os grupos de treinamento foram diferentes, porém, houve algumas semelhanças entre elas. Quatro séries de KE foram realizadas com um equivalente às quatro séries padrões realizadas para treinamento com resistência vascular. Apenas três séries foram realizadas para cada um dos exercícios restantes[33].

Entre os exercícios de membros superiores e de membros inferiores houve um tempo de 5 minutos de descanso, que era aproximadamente o tempo que o grupo que estava utilizando a restrição vascular precisava para esvaziar e remover os manguitos da parte superior e realocar na parte inferior[33].

As cargas para as sessões de treinamento foram calculadas levando em consideração a porcentagem de 1 RM medida durante o teste de força da linha de base e as sessões teste de força da semana. Todas as repetições para os exercícios realizados foram monitoradas por um metrônomo com um tempo de repetição de 2 segundos para a fase concêntrica e 2 segundos para a fase excêntrica, já a duração total para cada sessão era de aproximadamente 45 minutos[33].

Os participantes do grupo de treinamento com carga pesada e sem restrição vascular parcial (HL-T) era composto por 8 homens e 3 mulheres, onde treinaram utilizando 70% de 1 RM , realizando 4 séries de 8 a 10 repetições. Dispuseram de 1 minuto de descanso entre as séries e ao final completavam os 5 exercícios de resistência adicionais, sendo necessários para completar esses, apenas 8 a 10 repetições[33].

Os integrantes do grupo com treinamento com carga leve sem restrição vascular parcial (HL-T), eram também 7 homens e 3 mulheres e se exercitaram utilizando 20% de 1 RM, realizaram um total de 30 repetições no primeiro conjunto, seguidos por 3 séries de 15 repetições separadas por 30 segundos de descanso entre as séries. Na sequência, completaram os 5 exercícios adicionais de resistência, sendo necessárias apenas 3 séries de 15 repetições para tal objetivo[33].

Já o grupo que utilizou treinamento com restrição parcial de fluxo sanguíneo (BRF-T), era composto por 8 homens e 3 mulheres, todos os exercícios foram concluídos com restrição a 60% da pressão de oclusão de membros de cada indivíduo, logo, a restrição foi aplicada usando um sistema de torniquete automático conectado a mangueiras pneumáticas infláveis[33].

Antes de iniciar cada sessão de treinamento, os participantes eram ocluídos na porção mais proximal de cada coxa para realizar os três exercícios de resistência da parte inferior do corpo. A pressão final da resistência vascular no exercício foi ajustada imediatamente antes dos exercícios de KE e foi mantida durante todos os três exercícios de resistência dos membros inferiores (aproximadamente 16 minutos), antes que os manguitos fossem esvaziados[33].

Após a realização dessas séries de exercícios para todos os grupos, teve-se que no geral para força absoluta (Kg) para KE, SQ e CR, não houve efeitos significativos. Enquanto, a força absoluta para HL-T, BFR-T e LL-T aumentou ao longo do tempo em todos os exercícios. Já em relação a força absoluta (Kg) para membros superiores, teve-se um aumento ao longo do tempo entre todos os grupos, exceto SR apenas para HL-T[33].

Este estudo é o primeiro a examinar as adaptações na força e massa muscular de um programa de treinamento de resistência utilizando exercícios que influenciem o corpo inteiro com restrição vascular sanguínea e compará-las com treinamento de carga moderada a pesada e carga leve sem resistência em uma população adulta jovem[33].

Os principais achados indicaram que a força e a massa muscular aumentaram para o BFR-T em diferentes graus para cada exercício e grupo muscular, semelhante ao LL-T, e no geral, o aumento da força do corpo inteiro parecia ser maior para o HL-T em comparação com todos os outros grupos. Já o aumento da massa muscular foi semelhante para todos os grupos de treinamento. Além disso, após 4 semanas de destreinamento, foram mantidos aumentos da força do corpo inteiro para todos os grupos presentes no estudo, mas apenas no HL-T, o aumento foi significativamente maior[33].

Esses resultados sugerem que o treinamento de BFR é um modo eficaz de exercício para melhorar a força e a massa muscular quando realizado como parte de um programa que influencia o corpo inteiro (ou seja, incorporando três exercícios na parte superior do corpo e

três na parte inferior), sendo essas melhorias semelhantes às tradicionais cargas moderada-pesada ou treinamento com carga leve (LL-T) sem restrição[33].

Alguns marcadores da composição corporal, por exemplo, quantidade de massa magra, aumentou significativamente ao longo do período de treinamento de 8 semanas, mas foram semelhantes em todos os grupos. No entanto, o presente estudo parece mostrar que o treinamento resistido com cargas moderadas-pesadas (70% de 1RM) ainda resulta em maiores adaptações na força e massa muscular, além de níveis mais altos de manutenção da força após o destreinamento. Entretanto, os autores desse estudo recomendam que outros trabalhos investigativos para esse método sejam ainda realizados[33].

Levando em consideração o estudo anterior, tem-se que a utilização do método Kaatsu para aumento de força e volume muscular é relativamente nova em diversos ambientes, como academias, clínicas de fisioterapia e até mesmo grandes centros de reabilitação esportiva. Porém, o que deve se levar muito em consideração é que existem protocolos de segurança para que a efetividade desse método seja plausível, somente assim a sua utilização se tornará ainda mais condizente com seus objetivos iniciais[34].

Por envolver basicamente atividades de baixa intensidade (cerca de 30% de 1 RM), associadas aos programas de exercícios cardiovasculares, caminhadas ou ciclismo, e por produzir resultados significativos de ganho de força e hipertrofia muscular, é que esse método vem sendo visado com maior ascendência[34].

Os artigos utilizados nesta revisão apresentaram disparidade na relação da pressão utilizada para efetuar a oclusão vascular parcial, 2 estudos utilizaram 100 mmHg, 3 utilizaram 160 mmHg e o outro artigo utilizou valores aproximados de 90 mmHg durante todo o período de treinamento.

Depois de muitos estudos e ainda com divergências na literatura, o que se têm atualmente por padrão mais utilizado é de resistência com cerca de 120 a no máximo 240 mmHg na região dos membros inferiores e de 100 a no máximo 160 mmHg nos membros superiores, estando em posição ortostática[34].

Baseando-se sempre no objetivo de não causar uma restrição arterial que possa trazer malefícios irreversíveis, utilizam-se atualmente as braçadeiras respeitando os valores máximos de 240 mmHg para a região inferior e de 160 mmHg para a região superior[34].

Em seus estudos Fahs [34], encontrou ainda que, ao executar pressões próximas de 300 mmHg na região dos membros inferiores, desconfortos foram relatados, e essas alterações foram comprovadas por meio de exames químicos que detectaram a alteração de fosfato

inorgânico de forma mais significativa em pressões de 230 mmHg do que em pressões de 180 mmHg.

Outras considerações importantes acerca do uso do método são as contraindicações, sendo as principais relacionadas a distúrbios circulatórios, e a partir disso Nascimento [35] elencou em um sistema de pontuação que vai de 1 até 5, onde quanto maior o número, menor a possibilidade de utilização do método Kaatsu, ofertando assim maior segurança ao indivíduo. Esse sistema de pontuação e sua respectiva descrição podem ser observados abaixo na Figura 3.

Fatores de risco que devem ser avaliados antes de aplicar o método de oclusão vascular

5 pontos	Histórico de trombose venosa profunda. Tendência hereditária para trombose . Síndrome do anticorpo antifosfolipídeo.
4 pontos	Mulheres grávidas.
3 pontos	Veias varicosas nas pernas. Imobilidade prolongada (> 8 horas e uso de tromboprofilaxia). Fibrilação atrial. Insuficiência cardíaca congestiva.
2 pontos	Pessoas com idade superior a 60 anos. IMC > 30. Dislipidemia. Neoplasia maligna. Uso de torniquetes nos membros inferiores. Uso de contraceptivos orais e hormônios adrenocorticais. Quadriplegia. Níveis elevados de hemoglobina.
1 ponto	Pessoas com idade entre 40 e 58 anos. Mulheres. 25 < IMC < 30.

FIGURA 3: Fatores de risco que devem ser avaliados antes do uso do método Kaatsu.

As principais comorbidades da atualidade, como Hipertensão Arterial Sistêmica, Diabetes Mellitus tipo II, Obesidade e Dislipidemias também merecem uma atenção especial na hora da utilização da oclusão parcial vascular, e através dessa observação que Nascimento[35] elaborou também um quadro de indicações e contraindicações na presença dessas patologias, conforme demonstrado abaixo na Figura 4.

Doença	Indicação	Contraindicação Relativa	Contraindicação Absoluta
Pressão alta	140-159/90-94 mmhg	160-179/95-99 mmHg Homens com idade > 40 anos de idade ou mulheres com idade > 50 anos em tratamento ou que não apresentem contraindicações devem passar por teste de esforço.	180/100 mmHg ou mais. Razão cardiotorácica acima de 55%. Presença de arritmias ou isquemia durante o eletrocardiograma. Ácido úrico maior que 100 mg/dll.
Diabetes	Glicemia em jejum 110-139 mg/dll	Glicemia em jejum 140-249 mg/dll Homens com idade > 40 anos de idade ou mulheres com idade >50 anos em tratamento ou que não apresentem contraindicações devem passar por teste de esforço.	Glicemia em jejum 250 mg/dll ou mais. Corpos cetônicos (+) Retinopatia diabética (+)
hiperlipidemia	CT: 220 - 249 mg/dll ou TT: 150-299 mg/dll	CT: 250 mg/dll ou TT: 300mg/dll Homens com idade > 40 anos de idade ou mulheres com idade >50 anos em tratamento devem passar por teste de esforço.	
Obesidade	IMC: 24,0-29,9	IMC: 24.0 – 29.9 e problemas nas articulações. Exame ortopédico e restrições de exercícios.	IMC:30 ou mais

CT= colesterol total, TT= triglicerídeos total, IMC= índice de massa corporal.

FIGURA 4: Indicações e Contraindicações do uso do método Kaatsu na presença de patologias.

Os protocolos mais adotados para uso do método Kaatsu citam ainda a fadiga voluntária, que é quando o indivíduo realiza o exercício até a exaustão muscular, chegando à uma falha na contração das fibras musculares, onde a partir desse ponto não é possível realizar mais uma contração muscular efetiva. O que de acordo com estudos desenvolvidos por Yasuda [26], promove maiores níveis de força e volume muscular e após um período de 8 semanas, sendo esse intervalo o mais aceito cientificamente para se observar as alterações propostas pelo uso do método. Evidenciado também por Fahs [34], que registrou em seu estudo um aumento de 16% na área de secção transversa do músculo quadríceps femoral na oitava semana de treinamento.

Logo, verifica-se a real possibilidade da utilização desse método na reabilitação de pacientes, pois os objetivos de ganho de força e volume muscular que o método Kaatsu se fundamenta, se fazem equivalentes com os mesmos objetivos de um programa de tratamento fisioterapêutico, edificando-se assim como mais uma viabilidade na ampla gama terapêutica que esse profissional possui a sua disposição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados apresentados na literatura e baseando-se na diversidade de autores que chegaram aos mesmos resultados, tem-se que a utilização do treinamento resistido de baixa intensidade associado ao método Kaatsu promove assertivamente aumento do volume e da força muscular.

Alguns cuidados essenciais na hora da aplicação devem sempre serem levados primordialmente em reflexão, afinal para que todos esses resultados sejam evidenciados, a segurança e o conforto de quem esteja utilizando o método deve ser imprescindível e monitoradas em tempo real.

O eclodir dessa nova modalidade de treinamento ampliou os horizontes de muitos profissionais da saúde incluindo o fisioterapeuta, que encontrou nessa evolução de possibilidades, uma nova oportunidade de permitir que o paciente alce ganhos hipertróficos e força muscular, de acordo com os objetivos de sua conduta, em um espaço de tempo relativamente curto.

O ponto mais satisfatório é que todos esses benefícios se decorrem sem gastos energéticos altíssimos e sem a interferência em muitos casos, da dor. Isso, por permitir ao paciente que em menos repetições atinja seu potencial máximo em cada exercício. Logo, recomenda-se ainda que futuros estudos possam lapidar ainda mais a utilização desse método para que mais pessoas possam usufruir dos benefícios imediatos que o método Kaatsu possa promover.

REFERÊNCIAS

1 Knuttgen HG, Kraemer WJ. Terminology and measurement in exercise performance. J Appl Sport Sci. 1987; 1:1-10.

2 Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T. Physical activity, fitness and health: Consensus statement. Med Sci Sports Exerc. 1994; 26: 119.

3 Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. 3 ed. Porto Alegre: Artmed; 2006.

4 Bompa TO, Cornacchia LJ. Treinamento de força consciente. 2 ed. São Paulo: Phorte; 2000.

5 Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. J Appl Physiol. 2000; 88(1):61–5.

6 Sato, Y. The history and future of KAATSU training. Int J KAATSU Training Resistance. 2005; 1:1-5.

7 Takarada 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(6):2097–2106.

8 Biazon TMPC, Ugrinowitsch C, Soligon SD, Oliveira RM, Bergamasco JG, BORGHI, S. A.; LIBARDI, C. A. The association between muscle deoxygenation and muscle hypertrophy to blood flow restricted training performed at high and low loads. Front Physiol. 2019; 10:446.

9 Charette SL, McEvoy L, Pyka G, Snow-Harter C, Guido D, Wiswell RA, et al. Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. J Appl Physiol. 1991; 70(5):1912-6.

10 Mccall GE. Muscle fiber hypertrophy, hyperplasia, and capillary density in college men after resistance training**.** J Appl Physiol. 1996; 81:2004–2012.

11 Suga T, Okita K, Takada S, Omokawa M, Kadoguchi T, Yokota T. Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. Eur J Appl Physiol. 2012; 112(6):3915-20.

12 Melissa L. Skeletal muscle adaptations to training under normobaric hypoxic versus normoxic conditions. Med Sci Sports Exerc. 1997; 29:238–243.

13 Meister CB, Kutianski FAT, Carstens LC, Andrade SLFA, Rodacki ALF, Souza RM. Effects of two programs of metabolic resistance training on strength and hypertrophy. Fisioter Mov. 2016; 29(1):147-55.

14 Anderson JE. A role for nitric oxide in muscle repair: nitric oxide-mediated activation of muscle satellite cells. Mol Biol Cell. 2017; 11(5):1859-74.

15 Sugaya M, Yasuda T, Suga T, Okita K, Abe T. Change in intramuscular inorganic phosphate during multiple sets of blood flow-restricted low-intensity exercise. Clin Physiol Funct Imaging. 2011; 31(5):411-3.

16 Yasuda T, Fukumura K, Uchida Y, Koshi H, Iida H, Masamune K, et al. Effects of low-load, elastic band resistance training combined with blood flow restriction on muscle size and arterial stiffness in older adults. J Gerontol Biol Sci Med Sci. 2015; 70(8):950-958.

17 Neto ACP, Nascimento YV, Dantas RAE. Respostas agudas e crônicas do treinamento com oclusão vascular parcial sobre a perimetria, composição corporal, força máxima e espessura do musculo bíceps braquial e reto femoral. Programa de Iniciação Científica - PIC/UniCEUB - Relatórios de Pesquisa, Brasília-DF; 2017.

18 Laurentino GC, Ugrinowitsch C. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. Med Sci Sports Exerc. 2012; 44(3):406-412.

19 O'Neil TK. The role of phosphoinositide 3-kinase and phosphatidic acid in the regulation of mammalian. J Physiol. 2009; 584:3691-3701.

20 Fry CS. Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. J Appl Physiol. 2010; 108:1199-1209.

21 Ferraz RB, Gualano B, Rodrigues R. Benefits of resistance training with blood flow restriction in knee osteoarthritis. Med Sci Sports Exerc. 2018; 50(5):897-905.

22 Araújo CGS. Manual do ACSM para Testes de Esforço e Prescrição de Exercício. 5 ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2000.

23 Dankel SJ, Buckner BR, Counts BR, Jessee MB, Mouser JG, Mattocks KT, et al. The acute muscular response to two distinct blood flow restriction protocols**.** Physiol Int. 2017; 104(1):64–76.

24 Takarada Y, Sato Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. Eur J Appl Physiol. 2002; 86(4)308-314.

25 Wernbom M, Järrebring R, Andreasson MA, Augustsson J. Acute effects of blood flow restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic knee extensions at low load. J Strength Cond Res. 2009; 23(8):2389-2395.

26 Yasuda T, Fujita S, Ogasawara R, Sato Y, Abe T. Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle hypertrophy: a pilot study. Clin Physiol Funct Imaging. 2010; 30(5):338-343.

27 Abe T, Kearns CF, Fujita S, Sakamaki M, Sato Y, Breachue WF. Skeletal muscle size and strength are increased following walk training with restricted leg muscle blood flow; implications for training duration and frequency. Int J KAATSU Training Resistance. 2005; 5:9-15.

28 Pierce, J. R., Growth hormone and muscle function responses to skeletal muscle ischemia. J Appl Physiol. 2006; 101(6):1588–1595.

29 Reeves, G. V. Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. J Appl Physiol. 2006; 101(6):1616-22.

30 Kon, M. Effects of acute hypoxia on metabolic and hormonal responses to resistance exercise. Med Sci Sports Exerc 2010; 42(7):1279–1285.

31 Abe T, Midorikawa Y, Sato Y, Kearns CF, Inoue K, et al. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily KAATSU resistance training. Int J KAATSU Training Resistance. 2005; 1:6-12.

32 Takano H, Morita T, Lida H, Asada K, Kato M, Uno K. Hemodynamic and hormonal responses to a shortterm low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. Eur J Appl Physiol. 2005; 95(1):65-73.

33 Brander CR, Clarkson MJ, Kidgell DJ, Warmington SA. Muscular adaptations to whole body blood flow restriction training and detraining. Front Physiol. 2019; 10:1099.

34 Fahs CA, Loenneke JP, Rossow LM, Thiebaud RS, Bemben MG. Methodological considerations for blood flow restricted resistance exercise. J Trainology. 2012; 1:14-22.

35 Nascimento, DC. Exercício físico com oclusão vascular: métodos para a prescrição segura na prática clínica. São Paulo: Blucher, 2018.76 p.