

**EFEITO DO KAATSU TRAINING NA FORÇA E HIPERTROFIA MUSCULAR DE IDOSOS:
REVISÃO SISTEMÁTICA**

Cláudio Luiz da Silva Lima Paz¹, Lázaro Maia Batista²
 Tiago Silva Alves¹, Marcelo dos Santos Guimarães Junior¹
 Thiago Batista Araújo¹, Amanda Silva Fraga³, Mário César Carvalho Tenório¹

RESUMO

Nas últimas décadas, a expectativa de vida se elevou globalmente. Estima-se que até 2020, o número de idosos seja superior ao de crianças menores de 5 anos, e que a sua proporção em 2050 alcance os 22%. A principal adversidade intrínseca do envelhecimento é a diminuição da massa muscular (sarcopenia) e consequente diminuição da força. As principais recomendações para aperfeiçoamento do sistema musculoesquelético envolvem atividades que sejam realizadas em intensidades $\geq 60\%$ da carga máxima levantada para uma repetição (1RM). Entretanto, exercícios de alta intensidade não são recomendados para todos desta população, tendo em vista os comprometimentos articulares e/ou com síndrome de fragilidade. Uma possível alternativa é a combinação de exercícios de baixa intensidade, associados a restrição do fluxo sanguíneo como o Kaatsu training. Realizamos uma revisão sistemática o objetivo de sumarizar os efeitos do Kaatsu training nos desfechos da força e hipertrofia muscular em indivíduos idosos. As buscas foram realizadas nas bases de dados científicas – Pubmed, Science Direct e Scielo, onde foram selecionados artigos publicados até 30 de setembro de 2017. A análise foi restrita a ensaios clínicos randomizados em idosos com idade média ≥ 60 anos. Seis estudos foram incluídos para análise qualitativa, foi demonstrado aumentos 4,1% a 72,4% e 4,4% a 8% na força e hipertrofia muscular respectivamente. O método Kaatsu training demonstrou ser uma abordagem eficaz para aumentar a força e a hipertrofia muscular em coortes de idoso.

Palavras-chave: Kaatsu training. Idosos. Sarcopenia. Exercício.

1-Faculdade Social da Bahia, Salvador-BA, Brasil.

2-Universidade Católica de Salvador, Salvador-BA, Brasil.

ABSTRACT

Effect of Kaatsu training on muscle strength and hypertrophy in the elderly: a systematic review

In the last decades, life expectancy has increased globally. It is estimated that by 2020 the number of older people will be higher than that of children under 5, and that their proportion by 2050 will reach 22%. The main intrinsic adversity of aging is the decrease in muscle mass (sarcopenia) and consequent decrease in strength. The main recommendations for improvement of the musculoskeletal system involve activities that are performed at intensities $\geq 60\%$ of the maximum lifting load for a repetition (1RM). However, high-intensity exercises are not recommended for all of this population, considering joint and / or fragility impairment. One possible alternative is the combination of low-intensity exercises, associated with restriction of blood flow such as Kaatsu training. We performed a systematic review aiming to summarize the effects of Kaatsu training on strength outcomes and muscle hypertrophy in elderly individuals. The searches were carried out in scientific databases - Pubmed, Science Direct and Scielo, where articles published until September 30, 2017, were selected. The analysis was restricted to randomized clinical trials in the elderly with a mean age ≥ 60 years. Six studies were included for qualitative analysis, showing increases from 4.1% to 72.4% and 4.4% to 8% in muscle strength and hypertrophy respectively. The Kaatsu training method has been shown to be an effective approach to increase muscle strength and hypertrophy in elderly cohorts.

Key words: Kaatsu training. Aged. Sarcopenia. Exercise.

3-Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador-BA, Brasil.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a expectativa de vida se elevou globalmente. Estima-se que até 2020, o número de idosos seja superior ao de crianças menores de 5 anos, e que a sua proporção em 2050 alcance os 22% (Who, 2016).

Com o processo de envelhecimento, ocorrem diminuições progressivas das capacidades funcionais, e eleva o risco de morbimortalidade por doenças cardiovasculares (Newman e colaboradores, 2006; Shaw e colaboradores, 2006; Studenski e colaboradores, 2011) e por quedas (Fiatarone e colaboradores, 1994).

A principal adversidade intrínseca do envelhecimento é a diminuição da massa muscular (sarcopenia) e consequente diminuição da força (Aagaard e colaboradores, 2010). Este declínio de massa e força muscular, reduz substancialmente a autonomia, repercutindo negativamente na realização das atividades de vida diária desta população (Buchman e colaboradores, 2007).

O exercício físico tem demonstrado grande importância para prevenção da sarcopenia (Visvanathan e Chapman, 2010).

As principais recomendações para aperfeiçoamento do sistema musculoesquelético envolvem atividades que sejam realizadas em intensidades $\geq 60\%$ da carga máxima levantada para uma repetição (1RM) (ACSM, 2009; ACSM, 2011). Entretanto, exercícios de alta intensidade não são recomendados para todos desta população, tendo em vista os comprometimentos articulares e/ou com síndrome de fragilidade (Liu e Latham, 2010; Macdougall e colaboradores, 1985; Queiroz e colaboradores, 2013).

Uma possível alternativa é a combinação de exercícios de baixa intensidade, associados a restrição do fluxo sanguíneo como o Kaatsu training (Loenneke, Wilson e Wilson, 2009).

Embora as respostas ao Kaatsu training não sejam completamente elucidadas, algumas evidências sugerem que este método é capaz de induzir resposta nos ganhos hipertróficos e na força muscular, semelhantes aos do treinamento tradicional em diferentes populações (Lixandrão e colaboradores, 2017; Patterson e Ferguson, 2010; Takarada e colaboradores, 2000b).

Entretanto, esse método é aplicado em intensidades de trabalhos considerados correspondentes às atividades físicas de vida diária, entre 10-30% da capacidade máxima (Abe, Kearns, Sato, 2006).

Deste modo, o Kaatsu Training se torna um método promissor para a população idosa que apresenta dificuldades em atingir uma sobrecarga ideal.

Sendo assim, o objetivo desta revisão sistemática foi sumarizar os efeitos do Kaatsu training nos desfechos de força e hipertrofia muscular em indivíduos idosos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos estudos: 1) ensaios clínicos randomizados; 2) publicados nos idiomas inglês e português; 3) que avaliaram indivíduos idosos com idade média igual ou acima de 60 anos; 4) comparado o método kaatsu training a um grupo controle 5) que tenham examinado os desfechos força e hipertrofia muscular. Estudos observacionais, em animais ou estudos em andamento foram excluídos.

Busca e extração dos dados

As buscas foram realizadas nas bases de dados Pubmed, Science Direct e Scielo, onde foram selecionados artigos publicados até 30 de setembro de 2017. No processo de levantamento bibliográfico, empregou-se buscas abertas com os descritores do Medical Subject Headings (MeSH) associados a termos livres.

A combinação de termos desta revisão sistemática é representada pelo que se segue: (kaatsu training OR blood flow restricted training OR occlusion training) AND (elder OR aged OR elderly). Também foram utilizadas buscas secundárias a partir de referências bibliográficas.

Extração dos dados

Procedeu-se a leitura dos resumos, não ocorrendo nenhuma restrição de linguagem. Na etapa subsequente, seguiu-se uma leitura dos artigos na íntegra e busca dos que não estavam disponíveis livremente, através do Portal CAPES, sendo conduzida a

extração dos dados referentes à população incluída, ao protocolo de exercício físico efetuado e aos desfechos clínicos pertinentes.

Dois pesquisadores, de forma independente, [C.L.S.L.P e L.M.B], selecionaram artigos pelos títulos, excluindo os que não tratavam do tema abordado. Procedeu-se a leitura dos resumos, selecionando os elegíveis para leitura completa. Os que preenchiam os critérios de inclusão foram selecionados. Quaisquer divergências foram resolvidas por consenso. Se não fosse obtido, o terceiro autor serviu como árbitro [M.C.C.T].

Dados relevantes dos estudos sobre as características dos participantes (idade, sexo, índice de massa corporal, nível de atividade física, país de origem), características do estudo (duração de intervenção, exercícios, volume, intensidade, pressão de oclusão absoluta, prescrição de pressão de oclusão, aplicação do manguito), avaliação da força muscular (isométrica, dinâmica e isocinética) e hipertrofia muscular (ressonância magnética ou ultra-som) foram extraídos de forma independente por dois revisores [C.L.S.L.P e L.M.B]. O percentual da mudança pré e pós-treinamento, foi adotada. Os estudos que não apresentaram, foram calculados manualmente, a partir de cada estudo individual usando a seguinte fórmula onde pré = média do momento pré-intervenção e pós = média de do momento pós-treinamento: $\% \Delta = ((\text{pós} - \text{pré}) / \text{pré}) \times 100$.

Risco de viés

Para a análise metodológica dos artigos aptos a inclusão, foi utilizado a escala PEDro. De acordo com (Maher e colaboradores, 2003), esta consiste em um questionário de 11 perguntas que avaliam a qualidade metodológica de ensaios clínicos randomizados. Para cada domínio da escala, a partir do segundo item, foi atribuído alto ou baixo risco quando o critério fosse claramente satisfatório.

RESULTADOS

Seleção dos estudos

Após a eliminação das duplicatas e seleção pelos títulos e resumos, 14 artigos foram recuperados para leitura completa e analisados quanto a sua adequação. Sete artigos foram excluídos por não se adequarem aos critérios de inclusão: 1) Dois estudos por falta de randomização; 2) Três por não avaliarem o público de interesse; 3) Um por ser projeto em andamento; 4) Um por não ter avaliado os desfechos de interesse (Figura 1).

Característica dos estudos e sujeitos

Seis ensaios clínicos randomizados foram incluídos. Destes, três foram realizados no Japão (Shimizu e colaboradores, 2016; Yasuda e colaboradores, 2014; Yokokawa e colaboradores 2008) e três no Brasil (Bryk e colaboradores, 2016; Libardi e colaboradores, 2015; Vechin e colaboradores, 2015). Envolveram 194 participantes, aproximadamente 59,2% de mulheres. Também foram avaliados idosos sedentários saudáveis (Libardi e colaboradores, 2015; Shimizu e colaboradores, 2016; Vechin e colaboradores, 2015; Yasuda e colaboradores, 2014), com artrose (Bryk e colaboradores, 2016). Um estudo não relatou o nível de atividade dos participantes (Yokokawa e colaboradores, 2008).

O tempo de seguimento dos estudos variou entre 4 a 12 semanas, com uma perda de envolvidos de 4,6% participantes. A idade, peso e o índice de massa corporal média dos participantes foram de $67 \pm 6,3$ anos, $68 \pm 11,8$ kg e $25,2 \pm 4,5$ kg/m² respectivamente. Apenas dois estudos avaliaram a força muscular como objetivo secundário. Nenhum estudo incluso relatou efeitos adversos (Ver tabela 1).

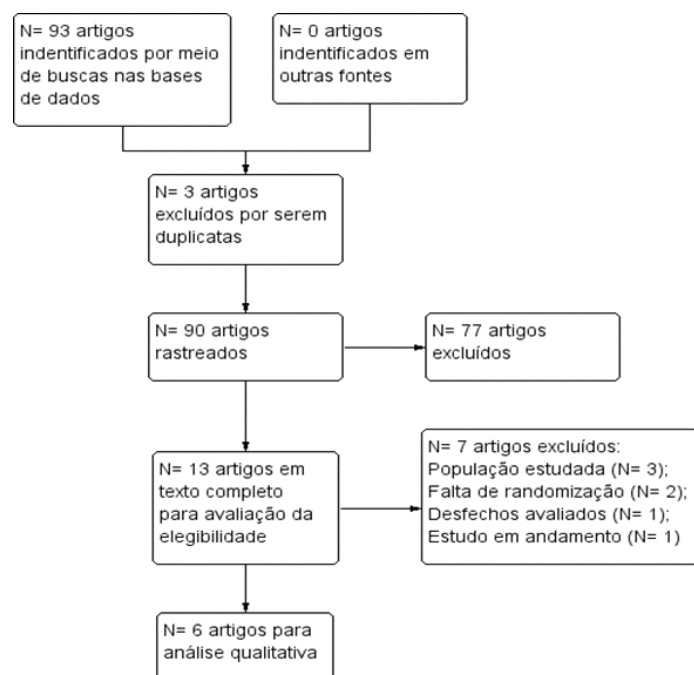


Figura 1 - Fluxograma de busca e seleção dos estudos.

Intervenções

Conforme a tabela 2, as intervenções com uso do kaatsu incluíram exercícios resistidos (Shimizu e colaboradores, 2016; Vechin e colaboradores, 2015; Yasuda e colaboradores, 2014; Yokokawa e colaboradores, 2008), exercícios resistidos mais alongamentos (Bryk e colaboradores, 2016) e treinamento concorrente (Libardi e colaboradores, 2015).

Os exercícios resistidos foram aplicados entre 20 a 30% de 1RM, com 1 a 5 séries por exercício de 10 a 30 repetições. Nenhum estudo relatou uso da falha muscular momentânea. Aplicação das oclusões através de manguitos de pressão, variaram de 4,5 a 18 cm de largura aplicados nos membros inferiores e 7 cm para membros superiores. Todos os estudos aplicaram na região proximal da coxa ou do braço.

Quatro estudos ocluíram com base da pressão arterial sistólica (PAS): dois estudos ocluíram a 50% da PAS (Libardi e colaboradores, 2015; Vechin e colaboradores, 2015); um estudo ao nível pressórico (Shimizu e colaboradores, 2016) e a 70 mm/Hg com ajuste a 1,2 vezes a PAS de cada indivíduo (Yokokawa e colaboradores, 2008); Um estudo relatou pressões de 200 mmHg (Bryk e colaboradores, 2016) e um estudo, oclusões

progressivas até atingirem 270 mm/Hg (Yasuda e colaboradores, 2014).

Qualidade dos estudos

A qualidade dos estudos incluídos nesta revisão teve uma média de $5,5 \pm 0,5$ pontos na escala PEDro. Todos estudos, apresentaram qualidade entre de 5 e 6 pontos e foram considerados de “moderada qualidade”. Dos seis estudos, apenas um estudo alocou ocultamente os participantes; um estudo teve cegamento dos avaliadores; um não avaliou os desfechos em mais de 85% dos participantes iniciais. Apenas dois estudos relataram intenção de tratar (Figura 2).

Kaatsu training e Força muscular

Seis estudos avaliaram a força muscular. Foram feitas avaliações através de dinamômetro manual (Bryk e colaboradores, 2016; Yokokawa e colaboradores, 2008) e por teste de 1RM (Libardi e colaboradores, 2015; Shimizu e colaboradores, 2016; Vechin e colaboradores, 2015; Yasuda e colaboradores, 2014). Envolveram ao todo, 169 participantes: 83 indivíduos no grupo Kaatsu e 96 para controle. Foram relatadas melhoras na força isométrica e dinâmica. A magnitude na modificação da força variou de 4,1% a 72,4%.

Kaatsu training e Hipertrofia muscular

Três estudos avaliaram a hipertrofia muscular, as avaliações foram feitas por imagem de ressonância magnética (Libardi e colaboradores, 2015; Vechin e colaboradores,

2015; Yasuda e colaboradores, 2014). Envolveram 51 participantes, 27 indivíduos no grupo Kaatsu e 24 para controle no total. Há magnitude na melhora hipertrófica variou de 4,4% a 8% para o grupo Kaatsu.

	Alocação aleatória	Sigilo na ocultação	Similaridade inicial entre grupos	Mascaramento de participantes	Mascaramento de terapeutas	Mascaramento de avaliadores	Medição de desfecho em 85% da amostra	Análise de intenção de tratar	Comparação entre grupos	Medidas de precisão e variabilidade
Bryk et al 2016	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+
Libardi et al 2015	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+
Shimizu et al 2016	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+
Vechin et al 2015	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+
Yasuda et al 2013	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+
Yokokawa et al 2008	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+

Figura 2 - Avaliação metodológica dos estudos incluídos.

Tabela 1 - Características dos estudos incluídos.

Autor (ano)	Duração (sem)	Dias na semana	Amostra pós intervenção	Modo de intervenção	Resultados		
					Força muscular	Hipertrofia muscular	
Yokokawa e colaboradores (2008)	8	2	19	Treinamento resistido com kaatsu	Isométrica: Extensores de Joelho (↑20,4% e 6,9% esquerdo e direito respectivamente), Pressão palmar (↑5,1% e 4,1% esquerdo e direito respectivamente),	NR	
			25	Equilíbrio	Isométrica: Extensores de Joelho (↓3,5% e 5,4% esquerdo e direito respectivamente), Pressão palmar (↑2,8% para mão esquerda).		
Yasuda e colaboradores (2013)	12	2	9	Treinamento resistido com kaatsu	1RM: (↑26,1% e ↑33,4%) para cadeira extensora e leg press	ASTquad: (↑8%), ASTadut: (↑6,5%), ASTglut: (↑4,4%)	
			10	Grupo controle	↔		↔
Libardi e colaboradores (2015)	12	4	8	Treinamento concorrente	1RM: (↑38,1%) para o leg press	ASTquad: (↑7,3%)	
			10	Treinamento concorrente com Kaatsu	1RM: (↑35,4%) para o leg press		
			7	Grupo controle	1RM: (↓4,3%) para o leg press		ASTquad: (↓2,2%)
Vechin e colaboradores (2015)	12	2	8	Treinamento resistido de alta intensidade	1RM: (↑50,11%)	ASTquad: (↑7,38%)	
			8	Treinamento resistido com kaatsu	1RM: (↑15,75%)		ASTquad: (↑5,9%)
			7	Grupo controle	1RM: (↓9,37%)		↔
Bryk e colaboradores (2016)	6	3	17	Alongamento e treinamento resistido, com kaatsu	Isométrica: (↑72,4%)	NR	
			17	Treinamento resistido e alongamento	Isométrica: (↑39%)		
Shimizu e colaboradores (2016)	4	3	20	Treinamento resistido com Kaatsu	1RM: (↑11,3%, ↑19%, ↑9,2%, e ↑5,8%, para Leg press, cadeira extensora, remo e supino respectivamente)	NR	
			20	Treinamento resistido	1RM: (↓2,3%, ↑3,5%, ↑7,4%, e ↑4,6%, para Leg press, cadeira extensora, remo e supino respectivamente)		

Legenda: ↑ - aumentou, ↓ - diminuiu, ↔, sem diferença significativa, NR – não relatado, 1RM – 1 repetição máxima, ASTquad: Área de seção transversa do quadríceps, ASTadut: Área de seção transversa dos adutores, ASTglut: Área de seção transversa do glúteo.

Tabela 2 - Características das intervenções incluídos.

Estudos	Grupos	Intensidade	Volume	Oclusão
Yokokawa e colaboradores (2008)	Treinamento resistido com kaatsu	NR	Semana 1: 5 series de 10 repetições; Sem 2-4: 3 series de 10 repetições recuperação de 5 min + 2 series de 10 repetições; Sem 5: 4 series de 10 repetições; Sem 6-8: 3 series de 15 repetições com 20 segundos entre series; Os exercícios foram: meio agachamento, afundo, Panturrilha, flexão de quadril em pé, abdominal, flexão e extensão de joelhos sentados)	A pressurização foi ajustada em 70mm/Hg, a pressão máxima atingida foi de 1,2 vezes o nível da PAS do cada sujeito. Ponto de inserção do manguito: (45mm de largura) colocado na altura proximal das coxas;
	Equilíbrio	NR	Exercícios de estabilidade dinâmica	Não realizaram
Yasuda e colaboradores (2013)	Treinamento resistido com kaatsu	20 a 30% de 1RM (ajustada a cada 3 semanas)	75 repetições divididas em 4 series (30, 20 15 e 10 repetições respectivamente) com cadência de 2 segundos (1 segundos na fase concêntrica e 1 segundo na fase excêntrica) para a cadeira extensora bilateral e 2,6 segundos (1,3 segundos na fase concêntrica e 1,3 segundos na fase excêntrica) para o leg press	A pressurização foi ajustada a 120 mm/Hg inicialmente e ajustada de 10-20 mm/Hg a cada sessão até atingir 270 mm/Hg, Ponto de inserção do manguito: (50mm de largura) colocado na altura proximal das coxas
Libardi e colaboradores (2015)	Treinamento concorrente	Endurance: 60 a 85% VO2pico; Resistido: 70% 1RM aumentado para 80% 1RM (após 6 semanas)	Endurance: caminhada ou corrida de 40 min aumentada para 50 min após a 6 semana; Resistido: 4 series de 10 repetições no leg press	Não realizou
	Treinamento concorrente com kaatsu	Endurance: 60 a 85% VO2pico; Resistido: 20% 1RM aumentado para 30% 1RM (após 6 semanas)	Endurance: caminhada ou corrida de 40 min aumentada para 50 min após a 6 semana; Resistido: 1 series de 30 repetições e 3 series de 15 repetições no leg press	50% da pressão necessária para a restrição total do fluxo sanguíneo, Ponto de inserção do manguito: (175mm de largura e 920mm de comprimento) colocado na coxa na altura da prega inguinal
Vechin e colaboradores (2015)	Treinamento resistido de alta intensidade	Sem 1-6: 70% de 1RM; Sem 7-12: 80% de 1RM	4 series de 10 repetições no leg press	Não realizaram
	Treinamento resistido com kaatsu	Sem 1-6: 20% de 1RM; Sem 7-12: 30% de 1RM	1 serie de 30 repetições, e 3 series de 15 repetições no leg press	Um manguito de 18 cm de largura foi colocado na porção proximal da coxa e inflado até a ausência de pulso sanguíneo através da ausculta com uma sonda Doppler vascular, colocada sobre a artéria tibial. A pressurização foi ajustada em 50% da pressão arterial tibial máxima ao longo do período experimental. O manguito foi mantido inflado durante todas as sessões de treino.
Bryk e colaboradores (2016)	Alongamento e treinamento resistido, com kaatsu	30% de 1RM# para exercícios de oclusão e 70%* para os demais	Alongamento dos posteriores de coxa 3 series de 30s; Exercícios: Ponte isométrica (elevação pélvica) 3 series de 3s; Abdução, adução do quadril e panturrilha 3 series de 10 repetições*, Exercícios abdução de quadril com rotação externa (decúbito lateral) com elástico, 3 series de 10 repetições mais Sensório-motor de treinamento (em pé) em mini trampolim, 3 repetições de 30s; Extensão de joelho sentada (máquina), 90 ° -0 ° de flexão do joelho, 3 séries de 30 repetições#	Manguito foi aplicado ao terço superior da coxa e inflado para 200 mmHg durante os exercícios do quadríceps.
	Treinamento resistido e alongamento	70% de 1RM*	Alongamento dos posteriores de coxa 3 series de 30s; Exercícios: Ponte isométrica (elevação pélvica) 3 series de 30s; Abdução, adução do quadril e panturrilha 3 series de 10 repetições*, Exercícios abdução de quadril com rotação externa (decúbito lateral) com elástico, 3 series de 10 repetições mais Sensório-motor de treinamento (em pé) em mini trampolim, 3 repetições de 30s; Extensão de joelho sentada (máquina), 90 ° -0 ° de flexão do joelho, 3 séries de 10 repetições*	Não realizaram
Shimizu e colaboradores (2016)	Treinamento resistido com Kaatsu	20% de 1RM	Realizaram 3 series de 20 repetições na cadeira extensora, leg press, remo e supino maquina	MMII: mesma pressão da PAS da artéria femoral, Ponto de inserção do manguito: (10cm de largura) colocado na altura proximal das coxas; MMSS: mesma pressão da PAS da artéria braquial, Ponto de inserção do manguito: (7cm de largura) colocado na altura proximal dos braços, (os manguitos só eram desinflados quando mudavam de membros)
	Treinamento resistido	20% de 1RM	Realizaram 3 series de 20 repetições na cadeira extensora, leg press, remo e supino maquina	Não realizaram

Legenda: MMSS: membros superiores; MMII: membros inferiores.

DISCUSSÃO

O objetivo desta revisão sistemática foi analisar os estudos existentes na literatura sobre o efeito do Kaatsu Training em idosos.

Até o momento, para o nosso conhecimento não foi encontrado na literatura outra revisão sistemática que tenha avaliando à influência desta intervenção na melhora da força e hipertrofia muscular. A partir da análise dos

artigos incluídos, verificou-se um efeito positivo para os desfechos avaliados neste coorte populacional.

Os achados do presente estudo corroboram com revisões meta-analíticas recentes que demonstraram ganhos de força e hipertrofia muscular ao uso do kaatsu training (Lixandrão e colaboradores, 2017; Loenneke e colaboradores, 2012; Slysz, Stultz, Burr, 2016).

Os possíveis mecanismos pelos quais o Kaatsu Training pode estimular essas adaptações segundo Kawada e Ishii (2005), incluem: acúmulo de metabolitos além de aumentos dos fatores de crescimento, recrutamento de fibras Tipo II, fosforização da mTOR (proteína alvo rapamicina em mamíferos), expressão de óxido nítrico sintase-1 (NOS-1) e diminuição da miostatina. O que posteriormente foi confirmado por Fry e colaboradores (2010), onde os autores avaliaram sete idosos saudáveis com idade média de 70 anos, e relataram aumentos de ~56% na síntese proteica muscular.

Foi observado em nossos achados uma grande variabilidade no aumento da força muscular variando de 4,2 a 72,4%. Karabulut e colaboradores (2010), avaliaram 37 homens ativos fisicamente, entre 54 a 64 anos, durante oito semanas de estudo (6 semanas de treinamentos), a pressurização do manguito foi ajustada inicialmente à 160 mmHg e foi reajustada com aumentos de 20mmHg quando a percepção subjetiva de esforço fosse relatada menor que 16. Os autores relataram encontrar aumentos na força muscular para o leg press e extensão de joelhos em 19,3% e 19,1% respectivamente.

Ao avaliarmos a dinâmica dos ganhos de força, observamos que os achados acompanham aos encontrados por Slysz, Stultz, Burr (2016), onde relataram maiores aumentos na força muscular em durações de treinamento ≥ 6 semanas, esses achados, apoiam o período de adaptação descrito por (Loenneke e colaboradores, 2012).

Foi sugerido que as diferentes oclusões dos membros podem influenciar as respostas hipertróficas ao kaatsu training (Lixandrão e colaboradores, 2015; Loenneke e colaboradores, 2015; Sugaya e colaboradores, 2011; Yasuda e colaboradores, 2009). Laurentino e colaboradores (2016), avaliaram 11 idosos saudáveis com o objetivo de avaliar a influência da largura de diferentes manguitos

nas adaptações hipertróficas e nos ganhos de força muscular. Os autores relatam aumentos similares em força muscular 13,5% e 11,9% e área de secção transversa do cotovelo em 9% e 11,2% respectivamente para o manguito estreito e largo.

Loenneke e colaboradores (2014), hipotetizaram que mesmo os manguitos de tamanho similar poderiam resultar em resposta divergentes, na tentativa de responder, os autores avaliaram em um estudo randomizado cross-over 17 indivíduos ativos recreacionalmente, 8 homens e 9 mulheres, para as repetições até a fadiga muscular usando manguitos de elástico ou de nylon. Os autores observaram não haver diferença estatisticamente significativa para repetições até a falha muscular entre os manguitos.

Em nossos achados, foram observados aproximadamente 8% na hipertrofia do quadríceps quando as oclusões foram utilizadas até 270 mm/Hg ou a 50% da oclusão total da artéria, contudo, deve-se ressaltar que os valores absolutos das pressurizações dos membros podem ser enganosos, pois, seus valores são altamente influenciados pela largura do manguito (Lixandrão e colaboradores, 2015; Loenneke e colaboradores, 2015; Sugaya e colaboradores, 2011; Yasuda e colaboradores, 2009).

Limitar o fluxo sanguíneo exacerbadamente pode levantar algumas preocupações, já que é sugerido tradicionalmente que pode provocar coagulação sanguínea, necrose e diminuição da função endotelial (Margovsky, Lord, Chambers, 1997).

Vale salientar, que a partir de nossa análise, não foi encontrado nenhum relato de efeitos adversos nos estudos incluídos para esta população, o que pode apoiar um estudo anterior, em que o Kaatsu Training não apresentou efeitos adversos ou problemas à saúde crucial para um coorte de 13 000 indivíduos incluindo idosos (Nakajima e colaboradores, 2006), além de ser sugerido não ter impacto na coagulação (Fujita e colaboradores, 2008) e nos marcadores de dano muscular (Takarada, e colaboradores, 2000a).

Existem limitações na presente revisão sistemática que devem ser avaliadas com cautela. Primeiramente, a escassez de estudos onde individualizaram as pressurizações das oclusões dos membros

encontrados na literatura, pois, como sugerido por Loenneke e colaboradores (2013), pressões fixas podem ocasionar diferentes respostas pressóricas individuais. O segundo ponto refere-se à qualidade metodológica dos estudos incluídos, que apresentaram moderada qualidade, além dos estudos terem tamanhos amostrais relativamente pequenos.

A falta de padronização das medidas avaliativas na força muscular e número pequeno de estudos avaliando a hipertrofia muscular foi um fator limitante para possíveis investigações estatísticas como a elaboração da meta-análise.

CONCLUSÃO

Com base nos dados atuais, o método Kaatsu training demonstrou ser uma abordagem eficaz para aumentar a força e a hipertrofia muscular em coortes de idosos, embora possa parecer atrativo para esta população que, em geral sofrem com limitações físicas devidas o processo do envelhecimento, estudos com um maior rigor e melhores conduções metodológicas se fazem necessárias para responder perguntas futuras.

REFERÊNCIAS

- 1-Aagaard, P.; e colaboradores. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scand J Med Sci Sports*. Vol. 20. Num. 1. p. 49-64. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01084.x>>.
- 2-Abe, T.; Kearns, C. F.; Sato, Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *J Appl Physiol* (1985). Vol. 100. Num. 5. p. 1460-1466. 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1152/japplphysiol.01267.2005>>.
- 3-ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*. Vol. 41. Num. 7. p. 1510-1530. 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c>>.
- 4-ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. Vol. 43. Num. 7. p.1334-1359. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213febf>>.
- 5-Bryk, F. F.; e colaboradores. Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. Vol. 24. Num. 5. p.1580-1586. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00167-016-4064-7>>.
- 6-Buchman, A. S.; e colaboradores. Physical activity and leg strength predict decline in mobility performance in older persons. *J Am Geriatr Soc*. Vol. 55. Num. 10. p.1618-1623. 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2007.01359.x>>.
- 5-Fiatarone, M. A.; e colaboradores. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med*. Vol. 330. Num. 25. p. 1769-1775. 1994. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1056/nejm199406233302501>>.
- 6-Fry, C. S.; e colaboradores. Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. In: (Ed.). *J Appl Physiol* (1985). Vol.108. 2010.
- 7-Fujita, T.; e colaboradores. Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow. *International Journal of KAATSU Training Research*. Vol. 4. Num. 1. p. 1-8. 2008.
- 8-Karabulut, M.; e colaboradores. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 108. Num. 1. p. 147-155. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00421-009-1204-5>>.

9-Kawada, S.; Ishii, N. Skeletal muscle hypertrophy after chronic restriction of venous blood flow in rats. *Med Sci Sports Exerc*, Vol. 37. Num. 7. p. 1144-1150. 2005.

10-Laurentino, e colaboradores. The Effect of Cuff Width on Muscle Adaptations after Blood Flow Restriction Training. *Med Sci Sports Exerc*. Vol. 48. Num. 5. p. 920-925. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1249/mss.0000000000000833>>.

11-Libardi, e colaboradores. Effect of concurrent training with blood flow restriction in the elderly. *Int J Sports Med*. Vol. 36. Num. 5. p. 395-399. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1390496>>.

12-Liu, C. J.; Latham, N. Adverse events reported in progressive resistance strength training trials in older adults: 2 sides of a coin. *Arch Phys Med Rehabil*. Vol. 91. Num. 9. p. 1471-1473. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2010.06.001>>.

13-Lixandrão, e colaboradores. Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 115. Num. 12. p. 2471-2480. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00421-015-3253-2>>.

14-Lixandrão, e colaboradores. Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports*. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s40279-017-0795-y>>.

15-Loenneke, J. P.; Wilson, G. J.; Wilson, J. M. A Mechanistic Approach to Blood Flow Occlusion. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 31. Num. 1. p.1-4. 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1239499>>.

16-Loenneke, J.P.; e colaboradores. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 112. Num. 5.

p. 1849-1859. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00421-011-2167-x>>.

17-Loenneke, J.P.; e colaboradores. Blood flow restriction pressure recommendations: a tale of two cuffs. *Front Physiol*. Vol. 4. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2013.00249>>.

18-Loenneke, J.P.; e colaboradores. Blood flow restriction: effects of cuff type on fatigue and perceptual responses to resistance exercise. *Acta Physiol Hung*. Vol. 101. Num. 2. p. 158-166. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1556/APhysiol.101.2014.2.4>>.

19-Loenneke, J.P; e colaboradores. Effects of exercise with and without different degrees of blood flow restriction on torque and muscle activation. *Muscle Nerve*. Vol. 51. Num. 5. p. 713-721. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/mus.24448>>.

20-MacDougall, e colaboradores. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol* (1985). Vol. 58. Num. 3. p. 785-790. 1985.

21-Maher, e colaboradores. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. Vol. 83. Num. 8. p. 713-721. 2003.

22-Margovsky, A. I.; Lord, R. S.; Chambers, A. J. The effect of arterial clamp duration on endothelial injury: an experimental study. *Aust N Z J Surg*. Vol. 67. Num. 7. p. 448-451. 1997.

23-Nakajima, e colaboradores. Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey. *International Journal of KAATSU Training Research*. Vol. 2. Num. 1. p. 5-13. 2006.

24-Newman, e colaboradores. Association of long-distance corridor walk performance with mortality, cardiovascular disease, mobility limitation, and disability. *Jama*. Vol. 295. Num. 17. p. 2018-2026. 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1001/jama.295.17.2018>>.

25-Patterson, S. D.; Ferguson, R. A. Increase in calf post-occlusive blood flow and strength

following short-term resistance exercise training with blood flow restriction in young women. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 108. Num. 5. p. 1025-1033. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00421-009-1309-x>>.

26-Queiroz, e colaboradores. Cardiac work remains high after strength exercise in elderly. *Int J Sports Med*. Vol. 34. Num. 5. p. 391-397. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1055/s-0032-1323779>>.

27-Shaw, e colaboradores. The value of estimated functional capacity in estimating outcome: results from the NHBLI-Sponsored Women's Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) Study. *J Am Coll Cardiol*. Vol. 47. Num. 3. Suppl. p. S36-43. 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2005.03.080>>.

28-Shimizu, e colaboradores. Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 116. Num. 4. p. 749-757. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00421-016-3328-8>>.

29-Slysz, J.; Stultz, J.; Burr, J. F. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *J Sci Med Sport*. Vol. 19. Num. 8. p. 669-675. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2015.09.005>>.

30-Studenski, e colaboradores. Gait speed and survival in older adults. *Jama*. Vol. 305. Num. 1. p. 50-58. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1001/jama.2010.1923>>.

31-Sugaya, e colaboradores. Change in intramuscular inorganic phosphate during multiple sets of blood flow-restricted low-intensity exercise. *Clin Physiol Funct Imaging*. Vol. 31. Num. 5. p. 411-413. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-097X.2011.01033.x>>.

32-Takarada, e colaboradores. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J*

Appl Physiol (1985). Vol. 88. Num. 1. p. 61-65. 2000a.

33-Takarada, e colaboradores. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol* (1985). Vol. 88. Num. 6. p. 2097-2106. 2000b.

34-Vechin, e colaboradores. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. *J Strength Cond Res*. Vol. 29. Num. 4. p. 1071-1076. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000000703>>.

35-Visvanathan, R.; Chapman, I. Preventing sarcopaenia in older people. *Maturitas*, v. 66, n. 4, p. 383-388. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.maturitas.2010.03.020>>.

36-WHO. Ageing and health. 2017. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/en/>> Acesso em: 05/12/2017.

37-Yasuda, e colaboradores. Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow. *J Sports Sci*. Vol. 27. Num. 5. p. 479-489. 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/02640410802626567>>.

38-Yasuda, e colaboradores. Muscle size and arterial stiffness after blood flow-restricted low-intensity resistance training in older adults. *Scand J Med Sci Sports*. Vol. 24. Num. 5, p. 799-806. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/sms.12087>>.

39-Yokokawa, e colaboradores. Effects of low-intensity resistance exercise with vascular occlusion on physical function in healthy elderly people. *Biosci Trends*. Vol. 2. Num. 3. p. 117-123. 2008.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

E-mail dos autores:

khaupaz@gmail.com

lazmb@hotmail.com

tisalves1000@hotmail.com

marcelosguimaraes@live.com

thiagobafisio@gmail.com

amandafragamed12@gmail.com

mariocesartenorio@hotmail.com

Endereço para correspondência:

Cláudio Luiz da Silva Lima Paz

Travessa Itabuna, Plataforma, Salvador,

Bahia.

CEP: 40710-585.

Tel: 71 98133-8239

Recebido para publicação 09/12/2017

Aceito em 06/03/2018