
Educação Física

Pedro Vítor Raetano Leite

**ESTUDO DE REVISÃO SOBRE APLICAÇÃO DA OCLUSÃO
VASCULAR ASSOCIADO AO TREINAMENTO FÍSICO E NA
REABILITAÇÃO**



Rio Claro
2018

PEDRO VÍTOR RAETANO LEITE

ESTUDO DE REVISÃO SOBRE APLICAÇÃO DA OCLUSÃO
VASCULAR ASSOCIADO AO TREINAMENTO FÍSICO E NA
REABILITAÇÃO.

Orientador: ALEXANDRE GABARRA DE OLIVEIRA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de
Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharel em
Educação Física.

Rio Claro
2018

796.077 Leite, Pedro Vítor Raetano
L533e Estudo de revisão sobre aplicação da oclusão vascular
associado ao treinamento físico e na reabilitação. / Pedro
Vítor Raetano Leite. - Rio Claro, 2018
38 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação
Física) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Biotecnologia de Rio Claro
Orientador: Alexandre Gabarra de Oliveira

1. Esportes - Treinamento técnico. 2. Oclusão vascular. 3.
Treinamento de baixa carga com oclusão. 4. Restrição do
fluxo sanguíneo. 5. Treino Kaatsu. I. Título.

RESUMO

Ao longo da vida, o ser humano se depara com situações que podem acarretar prejuízos ao seu sistema musculoesquelético, dentre as situações, uma delas é o grande volume imposto ao cronograma dos atletas de alto rendimento, o que pode levar a um quadro lesivo. A outra possível situação são as consequências que o processo de envelhecimento acarreta na composição corporal do indivíduo, alterando sua capacidade de geração de força. Por se tratar de um processo contínuo e inevitável a todos, muitos pesquisadores têm buscado novos métodos e protocolos para conseguir retardar o envelhecimento e prevenir lesões. Nos últimos anos, os métodos de aplicação da oclusão vascular associada ou não ao exercício passaram a ser pesquisadas de forma massiva e mostraram-se efetivas no treinamento físico e na reabilitação. Pretende-se, com o levantamento, verificar sua aplicabilidade, efeito e eficiência dos protocolos.

Palavras-chave: Oclusão vascular; treinamento de baixa carga com oclusão; restrição do fluxo sanguíneo; treino Kaatsu.

Sumário

1. Introdução.....	4
2. Objetivos.....	7
3. Metodologia	8
4. Treinamento de força	9
4.1. Nomenclatura referente ao treinamento de força	9
4.2. Componentes do treinamento	9
4.3. Início do processo adaptativo e fatores ambientais	10
4.4. Benefícios do treinamento de força	10
4.5. Tipos de força	11
4.6. Graduação de estímulos	12
4.7. Respostas induzidas pelo treinamento de força tradicional	12
4.8. Tipos de estímulo e indução de processos hipertróficos.....	14
4.9. Relação da carga utilizada com processos hipertróficos.....	15
4.10. Teoria da micro-lesão x biologia molecular.....	16
5. Método da Oclusão.....	19
5.1. Mecanismo da Oclusão.....	22
5.2. Método de oclusão e dano muscular	24
5.3. Respostas cardiovasculares.....	25
5.4. Oclusão como treinamento suplementar.....	26
5.5. Utilização da oclusão em indivíduos traumatizados.....	27
6. Resultados e discussão.....	30
7. Conclusão.....	32
8. Referência.....	33

1.INTRODUÇÃO

A grande maioria dos atletas amadores tem como objetivo se profissionalizar e pertencer à elite do esporte de alto rendimento. Para que esse processo seja bem-sucedido, o atleta deve se tornar competitivo e, portanto, é necessário submetê-lo a uma rotina exaustiva de treinamento físico, que mesmo com uma periodização elaborada por diversos profissionais, eles continuam expostos ao *over training* (OLIVEIRA; COSTA; SAMULSKI, 2005).

Sabe-se que, em meados do sec. XX, na Alemanha, originaram-se os fundamentos a respeito da periodização do treinamento, baseando-se na teoria da Síndrome Geral da Adaptação.

De acordo com a literatura, entende-se a periodização como um planejamento global e detalhado do tempo necessário para o cumprimento dos objetivos, utilizando-se de bases do conhecimento científico desportivo, com a finalidade de desenvolver uma ou mais capacidades físicas de forma eficiente e segura (DANTAS, 2014). Buscando, desta forma, obter a melhora das capacidades físicas deficientes, assim como manter ou minimizar a perda das capacidades já adquiridas.

Apesar da imagem dos atletas presentes na mídia estarem associadas a saúde, no cotidiano os mesmos estão sujeitos a inúmeras lesões, pois a todo momento precisam estar aptos a utilizarem suas capacidades físicas no limite. Com um cronograma de jogos muito carregado, muitas vezes, os atletas não possuem tempo suficiente para a recuperação ser plena e acabam convivendo com quadros dolorosos (SILVA; RABELO; RUBIO, 2010).

Além do âmbito desportivo, outra circunstância que acarreta danos no sistema músculoesquelético é o processo de envelhecimento (PÍCOLI; FIGUEIREDO; PATRIZZI, 2011). À medida que o homem entra na fase adulta, seu corpo dá início a importantes alterações fisiológicas, as quais modificam o comportamento humano até a sua plenitude física, correspondendo ao momento em que o ser humano consegue executar suas funções e ações com a melhor performance possível. Entretanto, após o indivíduo alcançar o pico de suas funções metabólicas, inicia-se um declínio progressivo denominado envelhecimento, sendo este um processo individual, inevitável, contínuo e irreversível. O avanço desse processo acarreta prejuízo na

composição corporal, como por exemplo, redução no volume de massa muscular, na capacidade de geração de força, da massa óssea, da amplitude articular, assim como a redução das capacidades cognitivas.

Por se tratar de um processo contínuo e inevitável a todos, muitos pesquisadores têm buscado novos métodos e protocolos para conseguir retardar o envelhecimento e proporcionar a melhor qualidade de vida enquanto ele ocorre.

Um importante fator que proporciona a prevenção de lesões e melhora na qualidade de vida são os níveis adequados de massa muscular e força (CARVALHO; SOARES, 2004), porém nem todos os indivíduos se encontram nas condições físicas necessárias para poderem se exercitar em alta intensidade para a melhoria da força máxima, como por exemplo, as populações que apresentam debilitações físicas e determinadas condições clínicas pós-traumáticas e pós- cirúrgicas.

Levando em consideração que nem todos estão aptos a realizar treinamentos em alta intensidade, nas últimas duas décadas, passou a ser estudado o treinamento com intensidade reduzida, associado à oclusão vascular parcial (método conhecido como Kaatsu Training ou *low-intensity training with occlusion- LITO*). Nos últimos anos, esse método ganhou grande visibilidade e passou a ser estudado de forma massiva no que se diz respeito à metodologia, mecanismos, aplicabilidade e seus efeitos.

Estudos avaliaram essa prática utilizando diversas configurações de treinamento (Tipo do exercício, intensidade, volume, tempo sobre tensão, cadência de movimento...), em grupos musculares variados, tanto em populações saudáveis e em portadores de patologias, testado sob diferentes tempos de aplicação, intervalo e pressão utilizada na restrição do fluxo sanguíneo na articulação desejada.

Através da aplicação de um torniquete pneumático no segmento corporal, a oclusão vascular dificulta o fluxo sanguíneo e conseqüentemente reduz a disponibilidade de oxigênio às fibras musculares, levando a uma queda no pH e resultando em maior acúmulo de metabólitos (lactato) e conseqüentemente íons de hidrogênio (Takarada et al., 2000; Fujita et al., 2007; Kubota et al., 2008; Fry et al., 2010; Kobuta et al., 2011). Essa alteração promovida pela restrição do fluxo sanguíneo é, em muitos aspectos, semelhante às atividades de alta intensidade sem o uso da oclusão, pois tanto a contração muscular quanto a oclusão dificultam a remoção de produtos oriundos do metabolismo anaeróbio e, em conseqüência desse acúmulo, são encontradas alterações nas atividades eletromiográficas e na liberação de hormônios

anabólicos que promovem a síntese muscular como Growth hormone (GH) e seu efector o Insulin like growth factor 1 (IGF-1).

Já o exercício associado à oclusão vascular pode promover aumentos agudos na síntese proteica na ordem de 50%, com alterações de algumas enzimas do eixo MammalianTarget of Rapamycin (mTOR) como S6 Kinase 1 (S6K1), (Fujita et al.,2007; Fry et al.,2010), aumento na proliferação de células-satélites (Nielsen et al.,2012) e redução na atividade de enzimas catabólicas , como fork-head box O (FOXO), atrogina, MuRF (Manini et al., 2011). Além de ter como vantagem a redução de estresse sobre as estruturas não contráteis, como articulações e tendões, pelo fato da não necessidade de submeter o indivíduo a cargas elevadas, é de extrema importância ressaltar que a hipertrofia promovida pelo método ocorre sem indícios de micro-lesão, o que é certamente benéfico para essas populações especiais.

O método também demonstrou o potencial de reduzir a perda de massa muscular advinda da inatividade de membros corporais submetidos à cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior localizado na articulação do joelho. No local em que a oclusão foi aplicada, verificaram-se reduções na ordem de 10,4 %, enquanto o grupo controle, sem a oclusão apresentou uma perda média de 20% (Takarada et al., 2000). Outro trabalho demonstrou ganhos na massa muscular entre 4-7% na coxa e aumento de força 8-10% em jovens saudáveis com a aplicação da oclusão vascular durante a caminhada 3km/h; já quando essa mesma velocidade foi aplicada sem a utilização da oclusão não apresentou nenhuma alteração nos aspectos da sinalização no sistema musculoesquelético (Abe et al., 2006).

2. OBJETIVOS

Realizou-se um estudo de revisão contemplando publicações que apresentaram respostas fisiológicas e possíveis aplicações em grupos variados do método de oclusão vascular associado ao treinamento de força com utilização de baixa carga, os quais demonstraram alterações na secção transversa do músculo e força muscular em indivíduos saudáveis e em portadores de patologias.

E com base no levantamento verificou-se sua aplicabilidade, efeito e eficiência dos protocolos.

3. METODOLOGIA

Realizou-se uma revisão bibliográfica não sistemática utilizando bases de dados como Pubmed, Scopus, Google Acadêmico, e também o sistema de busca da biblioteca da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, para a aquisição de artigos, teses e dissertações. Para tanto, utilizou-se palavras chave como: *Kaatsu Training, low-intensity training with occlusion, vascular occlusion, blood flow restriction e restricted bloodflow.*

Os critérios de exclusão adotados consistiram na exclusão de pesquisas que não abordaram a temática central em questão e pesquisas publicadas antes do ano 2000. O critério de inclusão consistiu em adotar pesquisas recentes, publicadas em português, inglês e espanhol.

4. TREINAMENTO DE FORÇA

4.1. Nomenclatura referente ao treinamento de força.

No meio acadêmico brasileiro, no que diz respeito ao treinamento com a finalidade de desenvolver a capacidade física visando alterações fisiológicas, não existe um termo padrão e tão pouco consenso sobre qual é a melhor terminologia para designar exercícios ou métodos que utilizam uma determinada resistência nas academias e ginásios. Entre as nomenclaturas mais utilizadas, estão o treinamento de força, exercício resistido, treinamento com cargas e musculação (PRESTES, et al., 2010, p. 16). Durante à construção do presente estudo de revisão, optamos pela utilização da nomenclatura “treinamento de força”.

4.2 Componentes do treinamento

Os equipamentos e os acessórios utilizados durante tais práticas são manipulados com a finalidade tanto de proporcionar a conquista de objetivos relacionados à saúde, como de condicionamento físico geral, e para o alcance de tais objetivos, a adequação das variáveis que compõem o treinamento é fundamental.

Para isso, o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2016, p.151-154) recomenda que componentes dos princípios da prescrição de exercícios sejam utilizados, como: frequência semanal, intensidade, duração, tipo e especificidade da ação, quantidade e progressão (FITT-VP) e que, preferencialmente em uma única sessão de exercícios, devem estar inclusas fases de aquecimento, condicionamento e volta à calma, além da flexibilidade. A adequação desses fatores é o ponto-chave para que as mudanças fisiológicas desejadas ocorram de forma satisfatória, pois de nada adianta gastar tempo em melhorar capacidades que não serão úteis. A correta adequação pode ser um fator decisivo na reta final de uma prova olímpica e até mesmo de extrema importância para uma boa longevidade.

Segundo Curi (2017), o ponto fundamental para longevidade e o envelhecimento com qualidade de vida parece estar associado à quantidade de massa muscular que se possui durante a velhice.

4.3 Início do processo adaptativo e fatores ambientais.

O processo adaptativo tem início através da aplicação de estímulos, por meio da superação, manutenção ou desaceleração de uma determinada massa viabilizada pela contração muscular.

Posteriormente a realização de um determinado número de contrações ou duração da contração muscular utilizando uma sobrecarga, as estruturas responsáveis pelos movimentos são submetidas a um quadro de estresse e, assim, é sinalizado ao metabolismo que uma série de reorganizações devem ser feitas, ocasionando um processo inflamatório e que pode levar a possíveis adaptações, tornando-o mais apto para que, em suas próximas vivências, suas estruturas não sejam tão exigidas, a ponto de prejudicar outros processos vitais ou comprometer as capacidades físicas pela debilitação.

Essa debilitação pode resultar na antecipação da fadiga caso as estruturas sejam solicitadas durante o período recuperativo e dependendo do comprometimento estrutural e metabólico, pode chegar ao ponto de tornar o praticante mais vulnerável.

Nos dias atuais, a grande maioria das pessoas não é exposta a situações de luta e fuga ou mesmo necessita da caça ou da coleta de seu próprio alimento, por isso, desde as pessoas que somente gostam de realizar atividades físicas recreativas até os atletas de elite conseguem submeter-se à indução de ciclos de estresse e recuperação, sem a preocupação de estar a todo momento com suas capacidades plenas e prontas para garantir sua sobrevivência.

Quando a pessoa tem ciência de que, em determinada ocasião, ela terá que estar totalmente recuperada para dispor ao máximo suas capacidades físicas, ela, sua equipe técnica ou treinador, administra as atividades ou se utiliza de estratégias de uma forma que consiga resguardar-se ou resguardar seu cliente para atender as novas exigências presentes no cronograma.

4.4 Benefícios do treinamento de força

O treinamento de força pode proporcionar aos seus adeptos aumento da força máxima, aumento de potência, síntese proteica adicional, aumento da taxa metabólica basal, gasto energético adicional, aumento da deposição mineral óssea, melhora do sistema cardiovascular e endócrino, controle da pressão arterial e muitos outros

benefícios com ligação direta à prática, além de proporcionar, de forma indireta, que o praticante adote hábitos mais saudáveis, refletindo de forma positiva na sua qualidade de vida.

De Barros (2002) divide esses benefícios em duas categorias, sendo eles psicossociais e fisiológicos. A primeira contempla o aumento da autoestima, manutenção da autonomia, alívio do estresse, aumento do bem-estar social, melhora da autoimagem, sendo assim um forte aliado ao tratamento da depressão. Quanto às bases fisiológicas, a categoria contempla a redução da pressão arterial após o exercício, controle do peso corporal, aumento da força muscular e resistência física e melhora da mobilidade articular. Além de o exercício praticado regularmente proporcionar alterações na composição que resultam na diminuição do tamanho das células adiposas sem alteração de seu número, proteção da perda da massa muscular e aumento da mesma, elevação do metabolismo e controle ponderal em longo prazo.

4.5 Tipos de Força

A “força” pode ser representada como “absoluta” quando o indivíduo é exposto a situações de emergência, na qual recebe uma enorme descarga adrenérgica, como por exemplo, durante um acidente em que objetos muito pesados se desprendem do seu local de repouso e acabam caindo sobre algumas pessoas que correm o risco de ficar soterradas e às vezes ficam presas de forma parcial pela imobilização de determinado membro, muitas vezes, se não ajudadas, acabam morrendo asfíxiadas ou tendo sua distribuição de oxigênio obstruída.

No momento do acidente, tanto as vítimas quanto as pessoas que estão fazendo o salvamento, têm a possibilidade de gerar uma magnitude de força muito superior à “força máxima”, que geralmente é representada como o máximo de trabalho que um músculo ou um conjunto de músculos pode gerar durante a execução de um único movimento quando solicitado, denominado de uma repetição máxima (1RM); para força absoluta também existe a possibilidade de submeter a pessoa à hipnose, levando-a a um processo de inibição de pensamentos defensivos ou com fundo emocional, como “não sou capaz”, “posso me lesionar” e também pode ser induzida pelo uso de recursos ergogênicos, ou seja, qualquer substância que, quando utilizada, proporciona uma melhora de performance comparado ao não uso.

Já “a resistência de força” é a capacidade de manter a geração de força por um período prolongado de tempo. A “força explosiva ou potência” é a relação da energia liberada em função do tempo utilizado. O termo “força explosiva”, muitas vezes, não é bem aceito pelos pesquisadores, pois a única relação com a explosão em si é a velocidade das reações.

Para o aumento de uma dessas grandezas de força, é necessário submeter-se a estímulos frequentes e de preferência repetidos após um dado período de tempo até a consolidação de uma fase denominada “supercompensação”. Para que isso aconteça, deve-se fazer a utilização de cargas ou a manipulação dos componentes intensificadores para que o treinamento possa gerar um estresse adequado à cada nova condição e sinalize a necessidade de o corpo promover alterações para que ele não fique tão debilitado a cada exposição.

4.6 Graduação de estímulos

Dentre os estímulos possíveis a serem gerados, existem 4 graduações: o primeiro podendo ser classificado como estímulo fraco ou débil, sem o potencial de gerar processos adaptativos; o segundo estímulo de média intensidade, que já possui potencial adaptativo pela capacidade de impor uma sobrecarga significativa às estruturas; o terceiro nível encontra-se o estímulo forte, que possui a maior capacidade de adaptação na classificação dentro de uma condição de segurança e no quarto e o último nível da graduação, encontra-se o estímulo muito forte, que apesar de gerar adaptações extremas, está fortemente relacionado a elevados índices lesivos (Hassey, 1956).

4.7 Resposta induzidas pelo treinamento de força tradicional

Após aplicação de estímulos condizentes com proposta planejada, o corpo passa por um processo inflamatório devido à sobrecarga imposta, no qual se cria a necessidade de reorganizações; essa necessidade é suprida através de alterações metabólicas e estruturais, situadas no sistema nervoso, no músculo e em outras unidades relacionadas.

Nas 12 primeiras semanas, o treinamento pode ser realizado tanto por indivíduos sem vivência na prática esportiva, como por praticantes que se encontram afastados por longos períodos de tempo do treinamento de força. A literatura científica

tem demonstrado que o desenvolvimento expressivo dessa capacidade durante esse período se dá principalmente pelas adaptações neuromusculares e, somente após esse período, que se nota uma contribuição do aumento de força gerado pelo aumento da área de secção transversa do músculo, pois o processo de hipertrofia muscular tem um início tardio. (DESCHENES et al., 2002), sendo essas adaptações reflexo da melhoria da eficiência no recrutamento neural (aumento do drive neural do músculo treinado), ou seja, uma maior quantidade de fibras consegue ser ativada por unidade motora (HAKKINEN et al., 2000).

Dentre as adaptações decorrentes do treinamento de força, também ocorre a inibição dos órgãos tendinosos de Golgi (OTG) que são responsáveis pela detecção da tensão imposta à musculatura, localizados nos tendões. Dentre suas funções, o OTG tem o papel de ser um mecanismo de segurança e, no momento em que a musculatura é colocada em risco de lesão por uma tensão extrema, o OTG detecta o aumento abrupto da tensão e esse mecanismo é ativado. Na sequência dispara-se um sinal para a medula interromper a ação da musculatura agonista, inibindo a contração.

Além de aumentar o conteúdo de neurotransmissores pré-sinápticos, a quantidade de receptores pós-sinápticos, a sincronia no disparo de impulsos elétricos e melhorar a coordenação entre músculos agonistas (PRETES, 2010, p. 5-6) e músculos acessórios, os músculos acessórios têm o papel de estabilizar o movimento principal e proporcionar uma redução na co-contração dos antagonistas.

Tanto as adaptações neuromusculares como as da estrutura muscular vão ser modificadas de acordo com a especificidade e magnitude do estímulo, se esse estímulo sinalizar uma necessidade do músculo de se tornar mais forte. Assim, o corpo irá identificar a necessidade de suprir a demanda de produção de proteínas contráteis como a actina e miosina. Caso o corpo identifique a necessidade de tonar sua capacidade oxidativa maior, ele sinalizará o aumento da síntese de proteínas mitocondriais.

4.8 Tipos de estímulo e indução de processos hipertróficos

Dentro do treinamento de força, diversos estímulos são dados ao longo do programa, dentre eles, estímulos mecânicos que podem promover micro-injúrias e estímulos metabólicos que estressam o metabolismo local, ambos os estímulos, na grande maioria dos métodos de treinamento, vão estar associados entre si e presentes, mas não significa que a predominância sempre será a mesma. Dependendo do protocolo de treinamento utilizado, pode-se colocar em evidência o estímulo metabólico ou tensional e até mesmo realizar um planejamento para que ocorra a equivalência entre eles, gerando assim um estímulo misto (GENTIL, 2005).

Uma forma de tentar ao máximo fazer a distinção entre eles é exemplificar o método tensional e utilizar o resultado de um estudo feito por James et al. (1997, p. 398-406) que utilizou o alongamento forçado, a partir da utilização de um expansor de silicone introduzido por meio cirúrgico na musculatura dorsal de coelhos, mais precisamente sob a musculatura, entre a costela e o latíssimo do dorso. Feita a cirurgia, foi realizado um enchimento progressivo através da aplicação de líquidos; até a terceira semana, o expansor atingiu 20 % de aumento em relação a sua área total inicial e foi mantido assim por mais 6 semanas. Após o término desse período, os coelhos foram sacrificados e pôde-se constatar que a musculatura dos coelhos que fizeram uso do expansor apresentaram um peso 50% maior quando comparado ao grupo do controle, mostrando que apenas a aplicação de um estímulo mecânico teve o potencial de gerar tais resultados hipertróficos.

Muitas são as formas de gerar hipertrofia muscular, mas nem todas elas são dependentes de exercícios físicos. Shalender Bhasin et al. (1996), realizou um estudo para verificar mudanças na quantidade da massa muscular decorrente do uso de doses supra-fisiológicas de testosterona. Nesse estudo, 43 homens foram divididos em 4 grupos, sendo eles: placebo, realizando somente exercícios físicos, outro grupo contendo um programa de exercício físico mais uso de 600 mg de enantato de testosterona, e o terceiro grupo fazendo uso somente de terapia hormonal. Como resultado, ao final das 10 semanas, o grupo de exercícios mais testosterona apresentou ganhos de 6,1kg de massa livre de gordura, o grupo que somente fez a terapia hormonal ganhou 3,2 kg de massa livre de gordura, e o grupo que somente treinou ganhou 1,9 kg, demonstrando que, mesmo sem a existência de uma

sobrecarga gerada por uma atividade física, pode ocorrer o aumento da massa magra e ainda um resultado superior ao grupo que somente se exercitou.

Segundo (SCHOENFELD, 2010), durante a hipertrofia, elementos contráteis são adicionados e a matriz extracelular se expande para apoiar o crescimento muscular. Portanto, quando é gerado a partir de ações contráteis, a hipertrofia pode ocorrer pela adição de sarcômeros em série ou em paralelo, sendo que grande parte da hipertrofia resultante de programas tradicionais de força são gerados a partir do aumento de sarcômeros e pela adição de miofibrilas em paralelo.

Dentre os tipos de hipertrofia gerada por estímulos mecânicos e metabólicos, encontram-se a hipertrofia sarcoplasmática ou hipertrofia transitória, o termo transitório é justamente utilizado pelo fato de que, durante a prática e momentos posteriores a ela, ocorre uma mudança na concentração de fluidos e de substâncias não contráteis (TOIGO; BOUTELLIER, 2006). Não necessariamente esse processo resultará futuramente em aumentos de forças e está mais associado a adaptações como biogênese mitocondrial, angiogênese e aumento da concentração de glicogênio, pois ele também pode ser gerado pela utilização de um treinamento de baixa intensidade.

4.9 Relação da carga utilizada com processos hipertróficos.

Alguns estudos sugerem que existe uma carga mínima para a geração de hipertrofia e ganhos de força e que o uso abaixo de 66% da força máxima durante as repetições das séries não seja suficiente para a obtenção de ganhos significativos de massa muscular e força (BAECHLE; GROVES, 2000). Treinamento de força muscular: passos para o sucesso. Editora Artmed, Porto Alegre.

Fortalecendo a ideia da necessidade de se trabalhar com uma carga relativamente alta para garantir bons resultados, o ACSM (2016) recomenda-se que se utilizem 70% de 1RM durante as séries para potencialização de resultados referentes ao aumento de força e massa muscular para indivíduos saudáveis e ativos.

Em oposição ao estudo que sugere uma carga mínima, Counts et al. (2016) testaram a hipótese da possibilidade de gerar hipertrofia na musculatura do bíceps sem o uso de carga adicionais, somente pela contração voluntária máxima e o uso de um eletromiógrafo para dar feedback ao voluntário sobre a magnitude da sua

contração para garantir a máxima contração. Ao final do estudo, os pesquisadores encontraram resultados semelhantes entre o grupo que realizou contrações com 70% de 1RM e aqueles que não fizeram uso de cargas externas. Outros estudos mostram que mesmo, com somente 20% de 1RM, é possível obter bons resultados referentes à hipertrofia, somente é necessário que a musculatura seja levada próxima da falha concêntrica ou próxima a isso, já quanto ao treinamento aeróbio há resultados referentes à massa muscular e força utilizando uma velocidade de aproximadamente 3km/h durante a marcha, sendo essa uma intensidade muito baixa e, sem dúvidas, se a atividade aeróbia for realizada de forma tradicional nessa intensidade, ela não terá o potencial de gerar adaptações nos quesitos citados anteriormente (ABE et al., 2005).

O músculo é um tecido pós-mitótico, então não possui capacidade regenerativa significativa. Ao longo da vida, essas células não passam por um processo de substituição e, quando a célula é destruída, esse tecido morto é substituído por tecido fibrótico levando à total perda funcional (FERNANDES; PERIN, 2007).

Sendo assim, a manutenção da massa muscular é realizada através de um equilíbrio dinâmico entre processos de síntese e degradação de proteínas e, para que ocorra a hipertrofia, é necessário que a síntese supere a degradação.

4.10. Teoria da micro-lesão x biologia molecular

Quando aplicados, estímulos mecânicos e metabólicos viabilizam a indução de proteínas sinalizadoras que promovem a ativação de genes responsáveis pela síntese proteica. Durante esse processo, ocorrerão mudanças nos mecanismos de transcrição e tradução de proteínas, e caso exista uma taxa de síntese superior em relação à degradação proteica, ao final desse processo, serão adicionadas miofibrilas e, como resultado desse aumento, os sarcômeros também sofrerão aumento, chegando assim à hipertrofia muscular.

Duas teorias buscam explicar como ocorrem os processos referentes à hipertrofia muscular. A primeira se sustenta a partir da micro-lesão; essa linha teórica demonstra que o início das reações se dá pela imposição de estímulos mecânicos que causam “danos musculares” ou, como se diz tecnicamente, “micro-injúrias”- que ocorrem em diversas áreas do músculo como o sarcolema, retículo sarcoplasmático, lâmina basal, mitocôndrias, túbulos T, linha Z e nas miofibrilas.

Após o tecido ter sido efetivamente micro lesionado, uma série de reações começa a ocorrer como a dilatação dos vasos sanguíneos, “rubor”, que é a vermelhidão na pele e a sensação do aumento da temperatura do local, “turgor”, que é a capacidade de os tecidos mudarem sua forma (elasticidade), aumento da permeabilidade dos tecidos e a sinalização da necessidade da migração de células responsáveis pelo sistema imunológico para o local.

Na sequência, sinaliza-se ao metabolismo que o equilíbrio corpóreo foi abalado e que é necessário que uma série de reorganizações seja feita para o restabelecimento da homeostase; para isso, células imunes são direcionadas ao local afetado e com especial destaque para macrófagos e neutrófilos.

Nos primeiros minutos após a instauração do processo inflamatório, é enviada a primeira onda de macrófagos com a função de proteger o organismo contra infecções, pois, quando chegam ao local, começam a ingerir e a destruir partículas sólidas como pedaços de tecidos que já não possuem função, restos celulares, partículas inertes e, além da função fagocitária, possuem grande importância no desdobramento da resposta imune por produzir e secretar moléculas que atraem outras células para o local, que regulam o funcionamento das células imunes, podendo induzir a produção aumentada das células imunes, porém essa mesma secreção que auxilia na remoção de resíduos possui substância citolítica e citotóxicas que podem causar danos nos tecidos saudáveis (SCHOENFELD, 2012).

Juntamente com direcionamento de neutrófilos, ocorre a segunda onda de macrófagos de forma gradativa, que tem demonstrado levar um espaço de tempo referente a 48h para tornar-se efetiva, essa segunda invasão parece ser fundamental ao processo regenerativo devido à secreção de fatores que regulam a inflamação e a atividade de células satélites como interleucinas e fatores de crescimento (HAWKE; GARRY, 2001) .

Para que esse sistema funcione de maneira eficiente, é necessário um cenário em que o sistema imune não esteja comprometido com outras situações, pois a ausência ou grande redução de macrófagos impede a regeneração muscular e também é necessário que ,durante esse processo regenerativo, não seja imposta às estruturas uma nova sobrecarga, pois levaria a uma resposta aumentada, prejudicando os processos que ainda não foram consolidados e ainda sob o risco de

aumentar a inflamação fazendo com que o catabolismo seja maior que a síntese, o que levaria à direção oposta da desejável inicialmente .

Muitos são os fatores que regulam a magnitude da proliferação e diferenciação das células satélites até a consolidação da hipertrofia muscular, como, fatores hormonais, nutricionais, psicológicos, sócias e genéticos.

Já a segunda teoria explica o processo de hipertrofia muscular a partir da biologia molecular, a qual sugere que, para hipertrofia muscular ocorrer, é necessário a ativação ou inibição de vias intracelulares.

Vale ressaltar que os defensores dessa teoria também aceitam a primeira possibilidade, mas acreditam que a micro-lesão seja apenas uma parte do processo e que se faz de forma mais elaborada.

De forma resumida, essa teoria sugere que o treinamento de força realizado por meio das contrações musculares desencadeará uma série de respostas endócrinas como aumento de IGF-1, GH, testosterona e redução do cortisol e respostas imunes que são responsáveis pelo início das reações biomoleculares e ambas refletindo em estímulos para que ocorra a transcrição e a tradução de proteínas; com esses estímulos, a taxa de síntese proteica sofrerá um aumento expressivo, possibilitando a hipertrofia. A principal via ativada durante esse processo é a Akt Proteína (Akt) -mTOR, que, além do estímulo já mencionado em relação à síntese, ainda colabora para inibição fork-head box O (FOXO), inibindo de forma significativa a catabolismo proteico, tornando-se ainda mais favorável para que a síntese ocorra.

5. OCLUSÃO VASCULAR

O método de treinamento oclusão vascular foi descoberto por Yoshiaki Sato entre as décadas de 70 e 80 (SATO, 2006). Seu primeiro achado teve início após observar que, durante o tempo que ficava sentado no “templo” com suas pernas flexionadas, seus membros inferiores apresentavam desconforto e inchaço muscular. Na sua concepção era muito semelhante ao desconforto proporcionado pelo treinamento de panturrilha que tinha feito anteriormente.

Sua segunda descoberta veio em 1973, após ter sofrido um acidente no qual teve seus membros inferiores imobilizadas por moldes para recuperação das fraturas na região do tornozelo. Durante o período de sua recuperação, ele aplicou o método desenvolvido por ele e surpreendentemente após a retirada dos moldes, o ortopedista verificou, que além da inibição da atrofia muscular ter ocorrido, ainda teria ocorrido um processo hipertrófico. O sucesso de seu tratamento, deu credibilidade ao método e fez com que sua aplicação fosse difundida como uma forma de aumentar a massa muscular e a força (SATO, 2006).

Há quase duas décadas, pesquisadores japoneses desenvolveram uma técnica de treinamento fazendo uso de carga relativamente baixa (20-50% 1RM) só que diferente do método tradicional de treinamento, incluíram a utilização de acessórios envoltos na parte proximal da musculatura e com a aplicação de uma determinada pressão (LAURENTINO, 2010).

Essa pressão exercida sobre a musculatura tem o potencial de ocluir os vasos sanguíneos parcialmente, promover alterações locais e mostrou ser efetiva para promover ganhos de massa muscular e força (FUJITA et al., 2007). Quando os achados foram comparados ao treinamento tradicional, observou-se que, após um certo período de treinamento, os ganhos e as mudanças proporcionados pelo treinamento oclusivo eram semelhantes a propostas de treinamento que envolvem a utilização de cargas na margem de (70-85% 1RM).

Uma das justificativas para obtenção de ganhos semelhantes com cargas diferentes é a de que a musculatura é submetida a um meio com grande acúmulo de metabólitos, baixa disponibilidade de oxigênio, inchaço celular, aumento na produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) (TAKADA et al., 2012). Além disso, esse meio também acaba modificando uma série de reações que acabam por antecipar a fadiga

muscular; em resposta a esse quadro desfavorável. O corpo articula mecanismo para combater esse déficit. Para isso o corpo aumenta a ativação de fibras do tipo II, fibras que somente são ativadas em intensidades elevadas durante o treinamento tradicional (MACDOUGALL et al., 1982), sendo essas fibras mais responsivas a sofrerem aumento da secção transversa e geralmente são maiores que as do tipo I (MCCALL et al., 1996), além do aumento das concentrações de GH beneficiarem a síntese proteica pelo alto potencial anabólico, porém a relação do GH com a hipertrofia muscular ainda precisa de mais esclarecimentos.

Quando é realizada a comparação entre o treinamento tradicional de baixa carga (20% 1RM) com o treinamento de oclusão utilizando a mesma intensidade referente à carga, o treinamento de oclusão mostra-se superior (FUJITA et al., 2007); já quando comparado ao treinamento de alta carga (70-85% de 1RM), utilizando um protocolo “padrão ouro”, com o treinamento de oclusão, obtêm-se somente ganhos semelhantes, e, dentre os artigos pesquisados, nenhum treinamento com oclusão mostrou-se superior. Os estudos, que apontaram resultados superiores para o treinamento de oclusão, utilizaram protocolos de alta carga com um volume de exercícios muito inferior ao da oclusão e tendo os exercícios interrompidos muito antes da capacidade máxima que a pessoas poderiam atingir. Por ser um tema recente, o tema necessita de maiores esclarecimentos, impossibilitando assim a existência de um protocolo “padrão ouro” no que se diz respeito ao método oclusivo.

O estudo realizado por (BARCELOS; NUNES; ORSATTI, 2016) buscou realizar uma revisão da literatura visando a controlar variáveis referentes ao treinamento, comparando estudos, os quais utilizam as mesmas variáveis como pessoas de mesmo sexo. Os pesquisadores utilizaram o mesmo método de avaliação para determinação de alterações musculares, com os mesmos exercícios e com os mesmos músculos avaliados. Esse estudo determinou uma relação entre resposta hipertrófica e o nível de condicionamento dos participantes, chegando à conclusão de que participantes atletas foram mais responsivos em comparação aos indivíduos ativos e sedentários. Uma possível explicação para esse achado é a de que atletas possuem maior taxa de síntese em repouso e uma taxa reduzida de catabolismo muscular. Então, devido a esse ponto, os atletas são mais suscetíveis a respostas hipertrófica. Entretanto os estudos selecionados por essa revisão não identificaram uma relação entre a resposta hipertrófica e o volume ou a intensidade associada ao

treinamento de oclusão, suportando a ideia de que as adaptações ocorrem independentes do volume e da carga e que atletas possuem resultados adicionais quanto ao método. Dentre os estudos avaliando a musculatura do quadríceps, sedentários tiveram aumento de 0,2 ativos 0,3 e atletas 0,8 % da área muscular.

No estudo de Drummond et al. (2008) utilizando o treinamento aliado à oclusão vascular com carga de 20% de 1RM, não foram detectadas mudanças na expressão de proteínas PKb(Proteína Kinase B)/MT, mTOR e S6k1, demonstrando que nesse protocolo não foi possível fazer uma conexão entre as participações dessas proteínas na sinalização intracelular e os resultados obtidos, porém, entre os aspectos analisados, encontrou-se um com grande relevância, pois se verificou a diminuição da expressão de miostatina além do aumento da expressão de seus antagonistas em ambas as condições.

Miostatina designa proteínas que controlam o crescimento e a diferenciação de tecidos, e funcionam como um regulador negativo de massa muscular. Estudos realizados em camundongos mostraram que a destruição direcionada desse tipo de proteína pela aplicação de anticorpos foi responsável pela duplicação da massa muscular (MCPHERRON; LAWLER; LEE, 1997).

No estudo realizado por (SCHUELKE et al., 2004), identificou-se uma criança com índices diferenciados de massa muscular, através da ultrassonografia e comparação de resultado; constatou-se que a massa muscular do quadríceps tinha um volume superior a duas vezes quando comparado a outras crianças com a mesma idade, peso, sexo e altura; a referida criança possuía uma mutação da miostatina fornecendo uma forte evidência de que, além da miostatina ter um grande impacto na regulação de massa muscular, também atua na regulação dos níveis de massa muscular em humanos, sugerindo que a força e a massa muscular poderiam ser aumentadas de forma terapêutica pela inibição da miostatina em pessoas com atrofia muscular.

Assim, Yamada et al. (2014) sugere que o treinamento de oclusão vascular tem o potencial de aumentar a ativação muscular. Essa ativação está associada à quantidade de carga utilizada durante o treinamento. Quando o treinamento de oclusão foi testado, utilizando uma carga referente a 70% da contração voluntária máxima e mantendo uma fase isométrica por 10 segundos, não se verificou o aumento

da ativação muscular, diferentemente das condições de 30- 50 % nas quais pôde ser observado o aumento em comparação a condições sem a oclusão parcial. Uma possível explicação é a de que cargas próximas a 50% da CVM já tenham um potencial de oclusão pela ação da contração, visto que, durante essa contração, a pressão intramuscular conseguiria superar a pressão através da qual o coração envia o sangue para as artérias, e, em consequência disso, a oclusão seria anulada, pois o fluxo sanguíneo é reduzido às mesmas condições.

5.1 Mecanismos

No treinamento de força utilizando o recurso da oclusão vascular, o estresse metabólico gerado desempenha um papel predominante em relação ao estímulo mecânico. No entanto, mesmo com uma contribuição de menor impacto, não se pode desprezar essa colaboração, pois de forma conjunta medeiam mecanismos gerando estímulos para a ocorrência de respostas autócrinas e parácrinas que ao final viabilizam a hipertrofia (PEARSON; HUSSAIN, 2015).

Dentre as implicações de cada mecanismo primário, o estímulo metabólico é aquele que está associado ao processo de hipóxia ou isquemia gerando acúmulo de metabólitos que proporcionam uma maior ativação de fibras do tipo II (LOENNEKE et al., 2011), elevação da concentração de hormônios sistêmicos e inchaço celular. Já em relação ao estímulo mecânico, este está associado ao dano muscular, mecanotransdução, recrutamento de fibras que desempenham uma contração rápida e também está relacionado ao aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) e suas variantes (GOMEZ-CABRERA; DOMENECH; VIÑA, 2008), como o óxido nítrico (NO), que acabam resultando em aumento da síntese de proteínas através da sinalização sobre as vias que atuam nas células satélites, que são ativadas e aumentam a proliferação celular.

Dois grupos utilizando a mesma carga durante o treinamento de força, quando comparados, apresentaram o seguinte resultado: aqueles que fizeram uso da oclusão foram submetidos a um estresse adicional, tendo suas concentrações de lactato significativamente maiores por terem estado sob as condições de isquemia, induzindo aumentos mais relevantes em relação ao grupo que não fez uso (GOTO et al., 2005).

Não existem evidências suficientemente fortes para comprovar e determinar a contribuição do método de oclusão no processo de mecanotransdução por três fatores: primeiro, pelo fato de o treinamento de oclusão não utilizar altas cargas; segundo, pelo fato de as cargas, relativamente baixas, utilizadas não possuírem um grande impacto nas estruturas da fibra muscular; terceiro, por sua baixa natureza mecânica.

Sabe-se que a valorização da fase excêntrica do movimento com a utilização de altas cargas proporciona a visualização de maior dano muscular; a fase excêntrica é o momento no qual a musculatura é forçada a realizar um alongamento, sendo o alongamento uma ação contrária à qual estamos habitualmente acostumados.(GIBALA et al., 1995). Estudos apontam que o exercício realizado de forma excêntrica é um potente gerador de dano muscular, esse dano muscular induzido pelo exercício (EIMD) é suspostamente essencial para hipertrofia muscular por ser mediador das células-satélites. Ainda não existe um consenso sobre a contribuição e o potencial do treinamento de oclusão vascular em causar dano muscular e mesmo que, verificada a existência de um possível dano, torna-se complicado atribuir sua participação no processo de hipertrofia.

Quanto ao “ inchaço muscular “ proporcionado pelo pelas contrações, (GUNDERMANN et al., 2012) em seu estudo, simulou uma condição de hiperemia, ou seja, uma condição na qual o volume sanguíneo se encontra em excesso, sendo essa condição gerada pela utilização de fármacos categorizados como vasodilatadores. Como resultado, obteve que o retorno de sangue à musculatura que estava anteriormente privada pela isquemia não apresentou potencial gerador de alterações na síntese proteica, e assim pôde concluir que o inchaço parece não ter uma contribuição para processos ligados à hipertrofia.

O papel da importância de espécies reativas de oxigênio (ROS) como contribuinte no processo de hipertrofia também é conflitante, pois sua grande produção está associada a estímulos mecânicos com altas cargas. Apesar de alguns estudos encontrarem alterações nas concentrações obtidas, elas não foram significativas a ponto de justificar uma parcela do resultado; já outros estudos não relatam tais alterações e essa diferença de resultados pode estar associada aos

diversos tipos de protocolos e suas variáveis. Apesar de o ROS não apresentar relevância comprovada, uma de suas variantes em particular vem sendo associada à hipertrofia, denominada de óxido nítrico, uma molécula produzida em altas quantidades no músculo, que vem demonstrando a capacidade de ativação e aumento da proliferação de células satélites. Durante o treinamento de oclusão, ocorre aumento de sua expressão e melhora sua biodisponibilidade, e essas alterações podem incrementar respostas parácrinas ou autócrinas relacionada à hipertrofia.

Outra possibilidade cogitada na tentativa de explicar os resultados hipertróficos proporcionado pelo método é a de que o grande estresse metabólico gerado desencadearia uma forte resposta hormonal, formando um ambiente altamente anabólico e favorável à hipertrofia. Na tentativa de comprovar tal teoria, alguns pesquisadores monitoraram as concentrações de hormônios como GH (TAKARADA et al., 2000), IGF-1, testosterona. Entretanto, mesmo encontrando alterações em suas concentrações, não foi possível fazer qualquer associação direta com os resultados.

5.2. Método de oclusão e dano muscular

O treinamento tradicional de alta carga pode induzir danos significativos à musculatura exercitada, e a quantificação da magnitude do dano é dependente de diversos fatores como a cadência em cada fase do movimento, a quantidade de repetições, tipo de contração utilizada, posição inicial da articulação. Devido à infinita possibilidade de manipulação dessas variáveis dentro de um protocolo de treinamento e pelo fato de mudanças pontuais já produzirem uma alteração significativa na dimensão do dano, os resultados, quando comparados, podem sofrer uma certa variação.

Diferente do dano provocado pelo método tradicional de treinamento com altas cargas, o dano proporcionado pelo treinamento de oclusão é mediado pela duração e pela magnitude isquêmica aplicada. A musculatura esquelética possui uma resistência à isquemia quando comparada a outros tecidos como, por exemplo, os cardiomiócitos, pelo fato de o protocolo de oclusão vascular ter uma duração entre 5 a 15 minutos de duração ou tempo maior com intervalo entre as séries; as células não correm o risco de desenvolver qualquer tipo de degeneração ou morte celular, pois, como mostra Appell et al. (1993), esse processo destrutivo só ocorre após 90 minutos de duração, além do fato de que a oclusão aplicada pelo método não gera uma interrupção total

do fluxo sanguíneo e, após aplicação do protocolo, que já possui uma curta duração, a passagem sanguínea é restabelecida pela reperfusão completa.

De acordo com o estudo de revisão feito por (LOENNEKE; THIEBAUD; ABE, 2014), não se verificou que o treinamento de oclusão gera danos musculares maiores, mas sim evidências de que, durante a prática, observa-se um mínimo ou nenhum dano muscular excluindo a preocupação quanto a possíveis danos que o método poderia induzir. Em comparação com o grupo controle submáximo, não foram encontradas classificações de dor superior, inchaço muscular, redução na produção de força e também não foram encontrados níveis superiores em relação a biomarcadores sanguíneos que fazem a determinação da magnitude do dano.

No estudo realizado por (NIELSEN et al., 2017), sua equipe teve como objetivo investigar alterações em marcadores miocelulares de estresse e inflamação em consequência da utilização da oclusão vascular associado ao treinamento de baixa carga. Nesse estudo, ocorreu uma intervenção durante três semanas com sessões de treino realizados todos os dias; foi realizado o exercício de extensão do joelho de forma unilateral até a falha concêntrica com carga na margem de 20% de 1RM e pressão estabilizada em 100mmHg por sistema computadorizado. Como resultado final da investigação, esse estudo concluiu que, mesmo detectando um pequeno aumento nos marcadores relacionados ao estresse e a inflamação, não é possível afirmar que o método de oclusão nas condições utilizadas foi capaz de promover dano muscular devido à distribuição do macrófagos em adultos saudáveis, mostrando assim que o método pode possuir boas implicações clínicas a curto prazo com a finalidade de desenvolver aumento de força e massa muscular sem a preocupação de gerar danos.

5.3. Respostas cardiovasculares

No estudo de (FERREIRA et al., 2017), três grupos foram submetidos a diferentes tipos de protocolo sob condições de treinamento aeróbio: o primeiro a 40% vo₂ sem oclusão, o segundo a 40% vo₂ e 50% da pressão necessária para a interrupção do pulso auscultatório em repouso e o terceiro 70%vo₂ sem oclusão. Os grupos submetidos a um tempo total de 20 min eram compostos de população idosa. O estudo mostrou que, nas condições em que o exercício foi aplicado, não foi possível gerar um atraso na reativação do tônus vagal durante a recuperação, além de o estudo

encontrar a redução da pressão sistólica em pessoas normotensas, sendo esse fenômeno denominado hipotensão pós-exercício. Nesse estudo, apresentou-se queda a partir de 10 min e normalização dentro de 30 min. Com esse achado, cogitou-se uma nova estratégia clínica para promoção de benefícios cardiovasculares.

Os pesquisadores concluíram que a modalidade de oclusão apresenta respostas semelhantes ou ligeiramente maiores em relação as respostas endócrinas, processo de transcrição, resposta fisiológicas, pressão arterial e hemodinâmicas em comparação ao treinamento tradicional de força e também quando comparado a exercícios aeróbios. Não ficando claros e, todos os efeitos gerados pela oclusão na função vascular levaram à conclusão de que ainda existe a necessidade de mais estudos em população doentes. Pode-se afirmar, entretanto, que a modalidade não apresenta riscos adicionais e que não há necessidade de preocupação com o fator de segurança. O método torna-se extremamente útil para promover ganhos de força e massa magra naqueles que estão apresentando perdas funcionais em decorrência da idade ou que se encontram em processo de reabilitação (PARK et al., 2015).

5.4. Oclusão vascular como treinamento suplementar.

O treinamento de resistência possui uma participação de extrema importância na periodização que envolve o preparo físico de um atleta de esportes individuais e coletivos (LUEBBERS et al., 2014). Se bem estruturado e aplicado, o plano de treinamento prescrito resultará em riscos reduzidos de lesão, aumento da força muscular e da resistência, aumento da velocidade e aumento de potência. Entretanto, é sabido que, junto dessas capacidades físicas, outras melhoras fisiológicas são necessárias ao atleta para que consiga alcançar o máximo de sua performance, e muitas deficiências não são sanadas somente por esse trabalho. Dessa forma, ao longo da semana, os atletas são submetidos a treinamentos variados e com as mais diversas finalidades para reduzir a deficiência de cada um. Essa grande carga horária de treinamento, por mais estruturada que seja, pode fazer com que alguns atletas apresentem desconfortos e, conseqüentemente, tendo sua eficiência reduzida em outros treinos. Assim se faz necessário a utilização de um maior espaço de tempo para a devida recuperação.

Muitas medidas podem ser tomadas pela equipe técnica para auxiliar o atleta de uma forma que ele consiga manter o seu progresso. Muitas vezes, também os

atletas estão voltando de um período de férias, e se encontram em uma fase de destreinamento. Nesse sentido, as capacidades físicas apresentadas por eles na volta ao treinamento ficam longe do ideal ou quando comparado ao trabalho desenvolvido no último período da temporada. Por vezes, essas atletas apresentam um ganho de peso gerando um estresse adicional nas articulações dos membros inferiores, além da possível redução da massa magra ocasionada pela falta de estímulos e por uma nutrição menos rigorosa.

Em uma condição ideal, a fase de retreinamento deve ser feita de forma progressiva para não colocar a saúde do atleta em risco. Nessas ocasiões, são utilizados métodos e equipamentos para a facilitação do desenvolvimento corpóreo, sem adicionar um estresse residual que comprometa o volume ou intensidade das outras áreas. Assim a abordagem da oclusão vascular tem o potencial de ser um grande aliado em diversos momentos da preparação.

Geralmente a equipe de preparação não quer simplesmente aumentar a espessura de um determinado músculo em particular e sim tornar o atleta completo e pronto para usufruir de todo potencial quando solicitado. Além dos benefícios musculares, estudos encontraram aumento da altura no salto de contra-movimento (COOK; KILDUFF; BEAVEN, 2014), aumento da performance em séries consecutivas de Sprint (ABE et al., 2005; MANIMMANAKORN et al., 2013; COOK; KILDUFF; BEAVEN, 2014), melhora em testes de agilidade e melhora do VO₂. (MANIMMANAKORN et al., 2013).

5.5. Oclusão vascular em indivíduos traumatizados

A dor patelar é comum entre jovens e adultos ativos (RATHLEFF; VICENZINO, 2016). Não raro, essa dor é causada pelo baixo potencial da musculatura do quadríceps em realizar uma condição de força adequada à demanda das atividades diárias, seja por um processo de atrofia ou pela condição de fadiga gerada pelas atividades diárias. (GILES et al., 2013; CROSSLEY et al., 2016). Entre as alternativas de tratamento, reconhece-se que o fortalecimento dessa musculatura, que se encontra enfraquecida, leva a uma melhora funcional da articulação e também promove uma redução da presença e ou uma redução da percepção da intensidade da mesma. (KOOIKER et al., 2014).

O ACSM (2016) recomenda a utilização de cargas entre 60-75% de 1 RM para essa abordagem; no entanto, é importante ressaltar que o ACSM (2016) recomenda diretrizes para uma certa população de forma genérica e algumas vezes essas diretrizes não são adequadas à condição em que o indivíduo se encontra ou aos efeitos secundários que esse tipo de abordagem pode resultar. Levando isso em consideração, os profissionais devem verificar as individualidades e as especificidades de cada paciente para uma prescrição mais segura e que apresente resultados mais eficientes. Para muitos portadores dessa condição dolorosa, as cargas conjuntas desses exercícios podem provocar desconfortos durante as sessões de treino, levando a uma baixa adesão ao tratamento. Então é aconselhável realizar a redução da carga, mesmo sabendo que os ganhos serão reduzidos (CHIU et al., 2012).

Sabe-se que o método de oclusão vascular não tem um potencial de apresentar resultados superiores nos ganhos de força e massa muscular em relação ao treinamento tradicional de alta carga, quando aplicado em populações saudáveis.(MARTÍN-HERNÁNDEZ et al., 2013; LIXANDRÃO et al., 2018) Porém, quando o indivíduo possui restrições à quantidade de carga, essa aplicabilidade do método torna-se muito mais eficiente do que a tradicional.

Um estudo de (GILES et al., 2013) avaliou a comparação entre essas diferentes abordagens, treinamento padronizado de alta carga e treinamento de baixa carga utilizando oclusão; foram feitos exercícios 3 vezes na semana, durante 8 semanas. Em repouso, aferiu-se o máximo de pressão até o pulso não ser mais identificado (max.250mmHG) e utilizaram 60% do valor mensurado individualmente. Realizaram-se questionários utilizando o Kujala Patelofemoral Score. O torque isométrico máximo de extensão do joelho foi medido bilateralmente através de um dinamômetro e outras avaliações e questionários foram aplicados. Detectou-se uma redução de 93% da dor no treinamento de oclusão em relação ao de alta carga; apresentou 49% na melhora do torque na extensão do joelho comparado ao início do estudo, mas sem significância comparado ao de alta carga, e diferença insignificante no aumento da espessura do músculo entre os grupos. Não foi encontrada redução da dor mais aguda verificada pelo teste Kajula em ambos os grupos.

Em geral, esses resultados demonstram que a abordagem utilizando a oclusão vascular tem um efeito semelhante ao fortalecimento padronizado do quadríceps na

redução da dor mais aguda e na dor relacionada à função, mas com a oclusão encontra-se um efeito maior na redução da dor em relação às atividades diárias. Nas pessoas que apresentaram um grau maior de dor ao realizar a extensão do joelho, o uso da oclusão foi mais eficaz do que o fortalecimento padronizado do quadríceps para o aumento de força, mas isso não resultou na suavização da dor. O treinamento com o incremento da oclusão vascular e a adequação de baixas cargas (20-30% de 1RM) pode ser uma alternativa útil no fortalecimento do quadríceps para aqueles que possuem pouca tolerância ao treinamento de resistência com uso de altas cargas (60-75% de 1RM).

No estudo de (YOW et al., 2018), dois indivíduos que sofreram lesão no tendão de Aquiles foram selecionados, após não apresentarem melhoras com os protocolos tradicionais de intervenção. Após a seleção, passaram por diversos testes para verificação do nível de debilitação. O estudo consistiu em adicionar o treinamento de oclusão vascular como forma de tratamento e verificar as repostas dos indivíduos.

Ao final do estudo, conseguiram uma melhora funcional de forma acelerada, que possibilitou aos participantes voltarem a praticar suas atividades diárias. Esses resultados demonstram uma alternativa de tratamento e proporcionam mais uma possibilidade para recuperação de indivíduos debilitados.

6. DISCUSSÃO E RESULTADOS.

O treinamento de oclusão com baixa carga (20-50% de 1RM) demonstrou promover ganhos muito semelhantes em relação aos processos hipertróficos, gerados pelo treinamento de alta carga (MATTAR et al., 2014), porém em relação aos níveis de força, os ganhos encontrados a partir do treinamento de oclusão se mostraram inferiores em alguns estudos (MARTÍN-HERNÁNDEZ et al., 2013; LIXANDRÃO et al., 2018). Uma das justificativas para esses dados é a diferença nos procedimentos testados para medição de força.

Um dos testes aplicados para a medição de força dinâmica foi o teste de 1RM. Nesse teste os integrantes da oclusão vascular não obtiveram grandes resultados, pois nunca foram submetidos a treinamento com cargas elevadas durante os estudos. Já o grupo do treinamento tradicional, durante os estudos, realizou protocolos com cargas próximas da máxima e assim especulou-se que eles obtêm uma vantagem que acaba desequilibrando os resultados. Portanto, sugere-se que testes isométricos ou isocinéticos também sejam aplicados para refletir uma comparação mais fidedigna (LIXANDRÃO et al., 2018).

Muitas são as populações que podem obter benefícios promovidos pelo método de oclusão como idosos saudáveis (FERREIRA et al., 2017), pacientes em reabilitação (CHIU et al., 2012), pacientes passando pelo pós-operatório, pacientes acamados (FRANZ et al., 2018), porém o método é contra-indicado para gestante, paciente com histórico de trombose venosa profunda e pacientes diabéticos.

Equipamentos utilizados em estudo científicos demandam um alto investimento e, devido ao custo elevado, atletas amadores e pequenos clubes têm acesso limitado ou não têm acesso a essa tecnologia e isso limita as possibilidades de trabalho. Devido à tecnologia ser restrita pelo seu custo, surgiu a ideia de a aplicação do método de oclusão ser feita a partir do uso de faixas elásticas em torno da parte proximal do músculo alvo. Para sua eficácia, somente é necessário que essa pressão seja suficiente para impedir o retorno venoso (entre 50 – 100 mm Hg) e que uma escala que avalie a percepção da dor seja utilizada como parâmetro para assegurar que a pressão fique dentro da referência. Isso proporciona benefícios (aproximadamente 7 pontos em uma escala de 0 a 10) (LUEBBERS et al., 2014; LUEBBERS; WITTE; OSHEL, 2017).

Uma série de estudos comprova o efeito da oclusão nos segmentos corporais que sofrem diretamente a oclusão parcial do fluxo sanguíneo, ou seja, todo prolongamento do membro abaixo da área ocluída está nas mesmas condições. Porém uma das grandes dúvidas sobre a aplicação do método de oclusão gira em torno da possibilidade de a oclusão também beneficiar outros músculos, que se encontram acima da área da aplicação.

No estudo de revisão (DANKEL et al., 2016) através do levantamento de dados de outros artigos, foi possível encontrar benefícios em exercícios multiarticulares, quando a oclusão foi feita nos músculos sinergistas. A musculatura primária apresentou melhores respostas em relação à ativação e resultados hipertróficos.

Como explicação, a musculatura acessória diretamente ocluída apresentava uma fadiga de forma mais rápida em relação aos outros grupamentos utilizados em todo o movimento. Dessa forma, os músculos não ocluídos se tornavam sobrecarregados pela falta de contribuição e, como resposta, gradualmente iam aumentando a ativação muscular para sustentar a continuidade do movimento, como por exemplo durante um movimento de supino, no qual os braços se encontram ocluídos, levando a uma antecipação da fadiga do tríceps, que tem a função de estender a articulação do cotovelo e assim, sobrecarregando o peitoral, que tem a função de fazer abdução do úmero no plano horizontal. Também se encontraram benefícios no glúteo durante o exercício de agachamento com aplicação na parte proximal da coxa.

7. CONCLUSÃO

O método de oclusão vascular mostrou ser benéfico em diversas populações, além de apresentar contribuições para aceleração da recuperação entre aquelas pessoas que estão passando por condições de fragilidade.

O uso da oclusão vascular associado ao exercício de baixa carga exibiu um grande potencial em aumentar a massa muscular e força, demonstrou reduzir a pressão arterial após a realização do exercício e demonstrou melhorar o VO₂ máximo quando associado ao trabalho aeróbio. Somente sua aplicação sem à adição de exercício apontou ser uma forma de prevenir a atrofia em decorrência de uma condição de desuso.

Mesmo quando a oclusão foi aplicada de forma prática, ou seja, sem o controle exato da pressão gerada pelo uso de faixas elásticas, apresenta resultados satisfatórios, dessa forma, criando a possibilidade de redução de custos e de aumento da acessibilidade do método.

Atletas demonstraram ter ganhos superiores em relação a sedentários e a pessoas ativas; e os atletas também apresentaram maior resistência em relação ao desconforto gerado pelo aumento da pressão. Dentre os estudos analisados, o aumento da pressão e aumento da carga não provaram trazer resultados superiores a cargas e pressões mais baixas.

Pela alta associação das ações e das vias fisiológicas entre o método oclusivo e o treinamento tradicional de alta carga, ficou provado que a oclusão vascular não apresenta resultados superiores, mas quando comparado ao treinamento tradicional utilizando a mesma carga, a oclusão mostra-se, por diversas vezes, superioridade no quesito de ganho de volume muscular e resistência de força.

Entretanto ainda são necessários mais estudos para esclarecer alguns pontos que se encontram indefinidos ou em situação de conflito, mas isso não significa que ele não pode ser utilizado, significa que se deve agir com cautela em indivíduos que não se encontram com sua saúde plena. Nesse caso, o profissional deve verificar a relação entre risco e benefícios, aplicando somente aquilo que possui respaldo científico.

8. REFERÊNCIAS

- ACSM. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. 404 p.
- BHASIM, S. et al. The effects of supraphysiologic doses of testosterone on muscle size and strength in normal men. **N. Engl. J. Med.** Massachusetts Medical Society, v. 335, p. 1-7, jul. 1996.
- CORREA, D.A. **Breve revisão dos efeitos do treinamento de força com restrição vascular nas adaptações musculares de força e hipertrofia**. Rev CPAQV 8(2): 1-9, 2016.
- CURI, Rui. "Importância em preservar e aumentar a massa muscular na saúde". In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA E MOTRICIDADE HUMANA, 10., Rio Claro. **Anais...**, v. 1, 2017, ISSN 2527-2268. Disponível: <<http://www.editorarealize.com.br/revistas/ciefmh/anais.php>>. Acesso: 20 abr.2018.
- DE BARROS, Turibio Leite. **O programa das 10 semanas**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2002.
- DESCHENES, M. R.; KRAEMER W. J. Performance and physiologic adaptations to resistance training. **Am. J. Phys. Med. Rehabil.**, v. 81, n. 11, p S3-S16
- FUJITA S, Abe T, Drummond MJ, Cadenas JG, Dreyer HC, Sato Y, Volpi E, Rasmussen BB. **Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis**. J Appl Physiol. 2008 Apr;104(4):1256.
- JAMES, R.S et al. Mechanical properties of rabbit latissimus dorsi muscle after stretch and/or electrical stimulation. **J. Appl. Physiol.**, n.83, p. 398-406, 1997.
- MATIELLO JÚNIOR, Edgard; GONÇALVES, Aguinaldo; MARTINES, J.F.N. **Superando riscos na atividade física relacionada à saúde**. Revista Movimento, Porto Alegre, v.14, p.39-61, janeiro/abril de 2008.
- NIELSEN JL1, Aagaard P, Bech RD, Nygaard T, Hvid LG, Wernbom M, Suetta C, Frandsen U. **Proliferation of myogenic stem cells in human skeletal muscle in response to low-load resistance training with blood flow restriction**. J Physiol. 2012 Sep 1;590(17):4351-61.jphysiol.2012.237008. Epub 2012 Jul 16.
- POPE, Z.K. **Exercise and blood flow restriction**. J Strength Cond Res 27(10): 2914-26, 2013.
- PRESTES, Jonato et al. **Prescrição e periodização do treinamento de força em academias**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2010. 16 p.
- SCOTT, B.R. **Exercise with Blood Flow Restriction: An Updated Evidence-Based Approach for Enhanced Muscular Development**. Sports Med 45(3): 313-25, 2015.
- 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 2000a; 88:61-65.
- 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. 2000b; 88:2097-2106.
- ABE, T.; KAWAMOTO, K.; YASUDA, T.; KEARNS, C. F.; MIDORIKAWA, T.; SATO, Y. Eight days KAATSU-resistance training improved sprint but not jump performance in collegiate male track and field athletes. **International Journal of KAATSU Training Research**, v. 1, n. 1, p. 19–23, 2005. Disponível em: <<http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/ijtr/1.19?from=CrossRef>>.

- BARCELOS, L. C.; NUNES, P. R. P.; ORSATTI, F. L. Variáveis do treinamento de força, oclusão vascular e hipertrofia muscular: uma breve revisão da literatura. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 10, n. 61, p. 592–601, 2016. Disponível em: <http://rbpfex.com.br/wp-content/uploads/2008/11/pfex_82_n8v2_pp_246_254.pdf%5Cnhttp://diadorim.ibict.br/handle/1/506>.
- CARVALHO, J.; SOARES, J. M. Envelhecimento e força muscular - breve revisão. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 4, p. 79–93, 2004.
- CHIU, J. K. W.; WONG, Y. M.; YUNG, P. S. H.; NG, G. Y. F. The effects of quadriceps strengthening on pain, function, and patellofemoral joint contact area in persons with patellofemoral pain. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 91, n. 2, p. 98–106, 2012.
- COOK, C. J.; KILDUFF, L. P.; BEAVEN, C. M. Improving strength and power in trained athletes with 3 weeks of occlusion training. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, n. 1, p. 166–172, 2014.
- CROSSLEY, K. M.; STEFANIK, J. J.; SELFE, J.; COLLINS, N. J.; DAVIS, I. S.; POWERS, C. M.; MCCONNELL, J.; VICENZINO, B.; BAZETT-JONES, D. M.; ESCULIER, J. F.; MORRISSEY, D.; CALLAGHAN, M. J. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome m. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 14, p. 839–843, 2016.
- DANKEL, S. J.; JESSEE, M. B.; ABE, T.; LOENNEKE, J. P. The Effects of Blood Flow Restriction on Upper-Body Musculature Located Distal and Proximal to Applied Pressure. **Sports Medicine**, v. 46, n. 1, p. 23–33, 2016.
- DANTAS, E. H. M. **A prática da preparação física**. 6. ed. ed. São Paulo: Moca, 2014.
- FERNANDES, M. R.; PERIN, E. C. Regeneração Cardíaca. Coração: um Órgão Pós-Mitótico? **Rev Bras Cardiol Invas**, v. 15, n. 151, p. 61–69, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbci/v15n1/v15n1a12.pdf>>.
- FERREIRA, M. L. V.; SARDELI, A. V.; SOUZA, G. V. De; BONGANHA, V.; SANTOS, L. D. C.; CASTRO, A.; CAVAGLIERI, C. R.; CHACON-MIKAHIL, M. P. T. Cardiac autonomic and haemodynamic recovery after a single session of aerobic exercise with and without blood flow restriction in older adults. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 24, p. 2412–2420, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2016.1271139>>.
- FRANZ, A.; QUEITSCH, F. P.; BEHRINGER, M.; MAYER, C.; KRAUSPE, R.; ZILKENS, C. Blood flow restriction training as a prehabilitation concept in total knee arthroplasty: A narrative review about current preoperative interventions and the potential impact of BFR. **Medical Hypotheses**, v. 110, p. 53–59, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.mehy.2017.10.029>>.
- FUJITA, S.; ABE, T.; DRUMMOND, M. J.; CADENAS, J. G.; DREYER, H. C.; SATO, Y.; VOLPI, E.; RASMUSSEN, B. B. Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. **Journal of Applied Physiology**, v. 103, n. 3, p. 903–910, 2007. Disponível em: <<http://jap.physiology.org/cgi/doi/10.1152/japphysiol.00195.2007>>.
- GENTIL, P. R. V. **Bases Científicas do Treinamento de Hipertrofia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2005.
- GIBALA, M. J.; MACDOUGALL, J. D.; TARNOPOLSKY, W. T. S.; ELORRIAGA, A. No

Changes in human skeletal muscle ultrastructure and force production after acute resistance exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 78, n. 2, 1995.

GILES, L. S.; WEBSTER, K. E.; MCCLELLAND, J. A.; COOK, J. Does Quadriceps Atrophy Exist in Individuals With Patellofemoral Pain? A Systematic Literature Review With Meta-analysis. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 43, n. 11, p. 766–776, 2013. Disponível em: <<http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2013.4833>>.

GOMEZ-CABRERA, M. C.; DOMENECH, E.; VIÑA, J. Moderate exercise is an antioxidant: Upregulation of antioxidant genes by training. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 44, n. 2, p. 126–131, 2008.

GOTO, K.; ISHII, N.; KIZUKA, T.; TAKAMATSU, K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 6, p. 955–963, 2005.

GUNDERMANN, D. M.; FRY, C. S.; DICKINSON, J. M.; WALKER, D. K.; TIMMERMAN, K. L.; DRUMMOND, M. J.; VOLPI, E.; RASMUSSEN, B. B. Reactive hyperemia is not responsible for stimulating muscle protein synthesis following blood flow restriction exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 9, p. 1520–1528, 2012. Disponível em: <<http://jap.physiology.org/lookup/doi/10.1152/japphysiol.01267.2011>>.

HAKKINEN, K.; ALEN, M.; KALLINEN, M.; NEWTON, R. U.; KRAEMER, W. J. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength training in middle-aged and elderly people. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 83, p. 51–62, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00421-000-0009-9>>.

HAWKE, T. J.; GARRY, D. J. Myogenic satellite cells: physiology to molecular biology. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 91, n. 2, p. 534–541, 2001. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11457764>>.

LAURENTINO, G. C. Treinamento de força com oclusão vascular: adaptações neuromusculares e moleculares. p. 1–38, 2010.

LIXANDRÃO, M. E.; UGRINOWITSCH, C.; BERTON, R.; VECHIN, F. C.; CONCEIÇÃO, M. S.; DAMAS, F.; LIBARDI, C. A.; ROSCHEL, H. 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 Medicine**, v. 48, n. 2, p. 361–378, 2018.

LOENNEKE, J. P.; FAHS, C. A.; WILSON, J. M.; BEMBEN, M. G. Blood flow restriction: The metabolite/volume threshold theory. **Medical Hypotheses**, v. 77, n. 5, p. 748–752, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.mehy.2011.07.029>>.

LOENNEKE, J. P.; THIEBAUD, R. S.; ABE, T. Does blood flow restriction result in skeletal muscle damage? A critical review of available evidence. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 24, n. 6, p. e415–e422, 2014.

LUEBBERS, P. E.; FRY, A. C.; KRILEY, L. M.; BUTLER, M. S. The effects of a 7-week practical blood flow restriction program on well-trained collegiate athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 8, p. 2270–2280, 2014.

LUEBBERS, P. E.; WITTE, E. V.; OSHEL, J. Q. **The Effects Of Practical Blood Flow Restriction Training On Adolescent Lower Body Strength**. [s.l.: s.n.]

MANIMMANAKORN, A.; HAMLIN, M. J.; ROSS, J. J.; TAYLOR, R.; MANIMMANAKORN, N. Effects of low-load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 16, n. 4, p. 337–342, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2012.08.009>>.

MARTÍN-HERNÁNDEZ, J.; MARÍN, P. J.; MENÉNDEZ, H.; FERRERO, C.; LOENNEKE, J. P.; HERRERO, A. J. Muscular adaptations after two different volumes of blood flow-restricted training. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 23, n. 2, p. 1–7, 2013.

MATTAR, M. A.; GUALANO, B.; PERANDINI, L. A.; SHINJO, S. K.; LIMA, F. R.; SÁ-PINTO, A. L.; ROSCHEL, H. Safety and possible effects of low-intensity resistance training associated with partial blood flow restriction in polymyositis and dermatomyositis. **Arthritis Research and Therapy**, v. 16, n. 1, p. 1–8, 2014.

MCPHERRON, A. C.; LAWLER, A. M.; LEE, S.-J. **Regulation of skeletal muscle mass in mice by a new TGF- β superfamily member** *Nature*, 1997. . Disponível em: <<http://www.nature.com/doi/10.1038/387083a0>>.

NIELSEN, J. L.; AAGAARD, P.; PROKHOROVA, T. A.; NYGAARD, T.; BECH, R. D.; SUETTA, C.; FRANDBSEN, U. Blood flow restricted training leads to myocellular macrophage infiltration and upregulation of heat shock proteins, but no apparent muscle damage. **Journal of Physiology**, v. 595, n. 14, p. 4857–4873, 2017.

OLIVEIRA, L.; COSTA, P.; SAMULSKI, D. M. Overtraining em Atletas de Alto Nível - Uma Revisão Literária. **Leonardo**, v. 13, n. 31, p. 123–133, 2005.

PARK, S. Y.; KWAK, Y. S.; HARVESON, A.; WEAVIL, J. C.; SEO, K. E. Low intensity resistance exercise training with blood flow restriction: Insight into cardiovascular function, and skeletal muscle hypertrophy in humans. **Korean Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 19, n. 3, p. 191–196, 2015.

PEARSON, S. J.; HUSSAIN, S. R. A Review on the Mechanisms of Blood-Flow Restriction Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy. **Sports Medicine**, v. 45, n. 2, p. 187–200, 2015.

PÍCOLI, T. da S.; FIGUEIREDO, L. L. de; PATRIZZI, L. J. Sarcopenia e envelhecimento. **Fisioterapia em Movimento**, v. 24, n. 3, p. 455–462, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-51502011000300010&lng=pt&tlng=pt>.

RATHLEFF, M. S.; VICENZINO, B. Patellofemoral joint pain. n. 21, 2016.

SATO, Y. The History and Future of KAATSU Training. **International Journal of KAATSU Training Research**, n. 26, p. 1001–1015, 2006.

SCHOENFELD, B. J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2857–2872, 2010.

SCHOENFELD, B. J. Does Exercise-Induced Muscle Damage Play a Role in Skeletal Muscle Hypertrophy? **Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 5, p. 1441–1453, 2012.

SCHUELKE, M.; WAGNER, K. R.; STOLZ, L. E.; HÜBNER, C.; RIEBEL, T.; KÖMEN, W.; BRAUN, T.; TOBIN, J. F.; LEE, S.-J. Myostatin Mutation Associated with Gross Muscle Hypertrophy in a Child. **New England Journal of Medicine**, v. 350, n. 26, p. 2682–2688, 2004. Disponível em: <<http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMoa040933>>.

SILVA, E. M. da; RABELO, I.; RUBIO, K. El dolor entre el atleta de la alta renta. **Revista Brasileira de Psicologia do Esporte**, v. 3, n. 1, p. 79–97, 2010. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-91452010000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=pt>.

TAKADA, S.; OKITA, K.; SUGA, T.; OMOKAWA, M.; KADOGUCHI, T.; SATO, T.;

TAKAHASHI, M.; YOKOTA, T.; HIRABAYASHI, K.; MORITA, N.; HORIUCHI, M.; KINUGAWA, S.; TSUTSUI, H. Low-intensity exercise can increase muscle mass and strength proportionally to enhanced metabolic stress under ischemic conditions. **Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 2, p. 199–205, 2012. Disponível em: <<http://jap.physiology.org/cgi/doi/10.1152/japophysiol.00149.2012>>.

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. **Journal of applied physiology**, v. 88, n. 1, p. 61–65, 2000.

TOIGO, M.; BOUTELLIER, U. New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. **European Journal of Applied Physiology**, v. 97, n. 6, p. 643–663, 2006.

YOW, B. G.; TENNENT, D. J.; DOWD, T. C.; LOENNEKE, J. P.; OWENS, J. G. Blood Flow Restriction Training After Achilles Tendon Rupture. **Journal of Foot and Ankle Surgery**, p. 14–17, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1053/j.jfas.2017.11.008>>.

