

**Efeitos do treinamento com restrição de fluxo sanguíneo na reabilitação de lesões:
implicações para policiais militares**

**Effects of blood flow restriction training in injury rehabilitation: implications for
military police officers**

**Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en la rehabilitación de
lesiones: implicaciones para policías militares**

DOI: 10.54901/educa.v9-461

Raphael Pinto dos Santos¹

RESUMO: Lesões musculoesqueléticas representam importante causa de dor, limitação funcional e afastamento entre policiais militares, exigindo estratégias que preservem força e massa muscular sem impor cargas elevadas aos tecidos em recuperação. Este estudo analisa os efeitos do treinamento com restrição de fluxo sanguíneo (blood flow restriction training - BFRT) na reabilitação de lesões e discute sua aplicabilidade à Polícia Militar do Estado de São Paulo. Realizou-se revisão sistemática da literatura, estruturada conforme o PRISMA 2020, com buscas em bases nacionais e internacionais e inclusão de publicações a partir de 2020, complementada por análise documental dos 734 atendimentos registrados em 2018 no setor de Fisioterapia Ortopédica do Centro de Reabilitação da PMESP. Os achados indicam que o BFRT associado a exercícios de baixa carga pode reduzir perdas musculares, recuperar força e favorecer função em condições como osteoartrose do joelho, reconstrução do ligamento cruzado anterior, instabilidade do tornozelo e tendinopatias. Nos dados institucionais, destacaram-se lesões da coluna vertebral, acometimento lombar, presença de dor e predomínio do tratamento conservador. Para discopatias e dor lombar, a contribuição do BFRT é indireta, voltada à manutenção do condicionamento e da força dos membros. Conclui-se que o método pode integrar programas de reabilitação e retorno ao serviço, desde que haja triagem clínica, individualização da pressão, progressão funcional e supervisão profissional.

Palavras-chave: restrição de fluxo sanguíneo; reabilitação de lesões; lesões musculoesqueléticas; policiais militares; retorno ao serviço.

1 INTRODUÇÃO

A atividade policial militar combina corrida, saltos, deslocamentos rápidos, permanência prolongada em pé, contenção física, transporte de equipamentos e execução de tarefas sob fadiga e estresse. Essa exposição favorece sobrecargas agudas e crônicas sobre coluna, joelhos, tornozelos, pés e ombros. Quando uma lesão ocorre, a perda de força, a dor, a redução da mobilidade e o descondicionamento podem comprometer a segurança do policial,

¹ Mestrando em Educação Física, Universidade São Judas Tadeu (USJT), São Paulo, São Paulo, Brasil.
E-mail: raphaelpintosantos@gmail.com

da equipe e da população, além de prolongar o afastamento ou limitar o retorno pleno ao serviço.

A reabilitação de policiais militares precisa recuperar não apenas estruturas anatômicas, mas também a capacidade de correr, subir escadas, agachar, transportar carga, reagir rapidamente e sustentar posturas ocupacionais. Dados do setor de Fisioterapia Ortopédica do Centro de Reabilitação da Polícia Militar do Estado de São Paulo registraram 734 atendimentos em 2018, com predomínio de lesões da coluna vertebral, acometimento lombar, dor e tratamento conservador. Esse perfil evidencia a necessidade de métodos que permitam fortalecer o policial mesmo quando cargas convencionais ainda são mal toleradas (Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2018a, 2018b).

O treinamento resistido com cargas moderadas ou altas é fundamental para recuperar força e capacidade funcional. Contudo, nas fases iniciais e intermediárias da reabilitação, dor, instabilidade articular, restrições pós-operatórias, fraturas, tendinopatias e alterações degenerativas podem impedir sua utilização. A inatividade ou o emprego prolongado de cargas insuficientes favorece atrofia, redução da força e atraso no retorno às tarefas operacionais.

O treinamento com restrição de fluxo sanguíneo, também denominado treinamento com oclusão muscular ou BFRT, associa exercícios de baixa carga à aplicação controlada de um manguito na região proximal do membro. A restrição parcial do fluxo arterial e do retorno venoso aumenta o estresse metabólico, acelera o recrutamento de unidades motoras e favorece adaptações musculares com menor carga mecânica externa. Por essa característica, o método tem sido investigado como recurso complementar em reabilitação musculoesquelética e pós-operatória.

Dessa forma, o objetivo geral deste estudo é analisar os efeitos do treinamento com restrição de fluxo sanguíneo na reabilitação de lesões e discutir sua aplicação no contexto da Polícia Militar do Estado de São Paulo. Especificamente, busca-se sintetizar evidências sobre recuperação de força, preservação de massa muscular, dor e função; relacionar esses achados às principais lesões observadas no CRPM; e propor critérios para integração segura do BFRT ao retorno progressivo às atividades policiais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Treinamento com Restrição de Fluxo Sanguíneo

A base fisiológica do BFRT envolve hipóxia muscular controlada, acúmulo de metabólitos, edema celular, fadiga periférica acelerada, maior recrutamento de unidades motoras de alto limiar e ativação de vias relacionadas à síntese proteica. Em reabilitação, esses mecanismos permitem que exercícios entre aproximadamente 20% e 40% de 1RM produzam estímulo muscular superior ao treinamento leve sem oclusão, contribuindo para limitar atrofia e recuperar força quando cargas elevadas são contraindicadas ou provocam dor.

O BFRT deve ser compreendido como recurso de transição dentro de um programa progressivo. Nas fases de proteção ou baixa tolerância mecânica, pode ampliar o estímulo muscular com menor sobrecarga articular e musculotendínea. À medida que a cicatrização e a função evoluem, o treinamento convencional, a potência, o equilíbrio, a corrida e as tarefas específicas do serviço precisam ser reintroduzidos. Portanto, a técnica não substitui a reabilitação completa nem elimina a necessidade de exposição gradual a cargas mais altas.

2.2 Lesões Musculoesqueléticas e Demandas de Reabilitação em Policiais Militares

Policiais militares apresentam demandas físicas semelhantes às de atletas táticos, porém associadas a jornadas irregulares, equipamentos, ambientes imprevisíveis e necessidade de resposta imediata. Corrida, marcha prolongada, saltos, defesa pessoal, condução de viaturas e transporte de carga podem contribuir para lesões da coluna, joelhos, tornozelos, pés e ombros. A reabilitação deve considerar o diagnóstico, a fase de cicatrização, a dor, a perda de força e as exigências reais do posto ou graduação.

O perfil do CRPM demonstra que as lesões não se distribuem de forma uniforme. Discopatias e alterações lombares apresentam elevada frequência, enquanto osteoartrose, tendinopatias, fraturas, entorses e reconstruções do ligamento cruzado anterior também compõem a demanda institucional. Essa diversidade impede protocolos únicos e reforça a necessidade de selecionar o BFRT conforme a topografia, o tecido lesionado, o risco vascular e os objetivos funcionais de cada policial.

2.3 BFRT na Reabilitação e no Retorno ao Serviço

Na reabilitação, a principal vantagem do BFRT é possibilitar fortalecimento com baixa carga em situações nas quais o treinamento pesado é contraindicado ou mal tolerado. O método tem aplicação potencial na osteoartrose do joelho, na recuperação do quadríceps após reconstrução do LCA, na instabilidade do tornozelo, em tendinopatias e em fases selecionadas de recuperação pós-operatória ou após fraturas. Para discopatias e dor lombar, sua contribuição é predominantemente indireta, por meio da preservação da força dos membros e da redução do descondicionamento.

A utilização do BFRT deve integrar avaliação clínica, exercício terapêutico, educação em dor, mobilidade, controle neuromuscular e progressão para tarefas ocupacionais. A prescrição segura exige determinação individual da pressão de oclusão arterial, controle da carga, monitoramento de sintomas e atenção a fatores como hipertensão, histórico de trombose, doença vascular periférica, alterações de sensibilidade e uso de anticoagulantes. A decisão deve ser compartilhada entre profissionais de Educação Física, fisioterapia, medicina e saúde ocupacional.

3 METODOLOGIA

Trata-se de estudo composto por revisão sistemática da literatura e análise documental descritiva. A revisão foi estruturada conforme as recomendações PRISMA 2020 e reuniu evidências publicadas a partir de 2020 sobre o uso do treinamento com restrição de fluxo sanguíneo na reabilitação, preservação muscular, recuperação de força, redução de dor, melhora funcional e retorno ao exercício ou ao serviço. A interpretação foi direcionada às necessidades de policiais militares e demais profissionais classificados como atletas táticos.

A pergunta norteadora foi construída com base na estratégia PICO: em adultos com lesões musculoesqueléticas, pacientes em reabilitação, policiais militares ou populações com limitação temporária para cargas elevadas, o exercício associado à restrição de fluxo sanguíneo melhora força, massa muscular, dor e função quando comparado ao exercício de baixa carga sem oclusão, ao treinamento de alta carga ou aos protocolos usuais de reabilitação?

As bases consideradas foram PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase, Cochrane Library, SPORTDiscus, PEDro, SciELO e Lilacs/BVS. Foram utilizados os termos: blood flow restriction, blood flow restriction training, BFR, BFRT, occlusion training, vascular occlusion, KAATSU, rehabilitation, musculoskeletal injury, pain, physical function, muscle

atrophy, muscle strength, knee osteoarthritis, anterior cruciate ligament reconstruction, ankle instability, tendinopathy, fracture, low back pain, return to sport, return to duty, tactical athlete, police officer e military personnel.

Foram incluídos estudos com seres humanos, publicados em inglês, português ou espanhol, envolvendo populações em reabilitação musculoesquelética ou neurológica, pacientes no pós-operatório, adultos com dor ou limitação funcional e, complementarmente, estudos com indivíduos saudáveis ou treinados que esclarecessem a resposta muscular ao BFRT. Foram considerados ensaios clínicos randomizados, estudos quase-experimentais, intervenções longitudinais, revisões sistemáticas e meta-análises. Excluíram-se estudos exclusivamente agudos sem implicação clínica, estudos em animais, comentários, cartas ao editor, duplicatas e publicações sem descrição suficiente do protocolo ou dos desfechos.

Os dados extraídos incluíram autor, ano, população, diagnóstico ou contexto clínico, intervenção, comparador, duração, pressão de oclusão, carga utilizada, dor, força, massa ou espessura muscular, função, eventos adversos e aplicabilidade ao retorno funcional. Os estudos foram agrupados em categorias interpretativas: fundamentos fisiológicos, reabilitação de joelho, tornozelo e pé, tendinopatias, coluna e dor lombar, pós-operatório, populações clínicas diversas e aplicação ao contexto policial militar.

Complementarmente, foi realizada análise documental descritiva de dados secundários e agregados do setor de Fisioterapia Ortopédica do Centro de Reabilitação da Polícia Militar do Estado de São Paulo, referentes ao ano de 2018. A base institucional contemplou 734 policiais militares e apresentou distribuições por diagnóstico, topografia, causa atribuída, presença de dor, grau hierárquico, situação funcional, relação temporal com o serviço, tipo de tratamento e ocorrência de recidiva. Os indicadores anuais foram extraídos do relatório consolidado, enquanto os percentuais mensais foram utilizados apenas para análise de tendência. Como não foram disponibilizados os denominadores mensais, não foram calculadas prevalências anuais ponderadas nem realizados testes inferenciais. Os dados são ecológicos, não permitem inferência causal e não informam se os pacientes foram submetidos ao BFRT; sua finalidade nesta revisão é contextualizar a demanda institucional e discutir a aplicabilidade potencial do método.

4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

A síntese incluiu 40 publicações recentes, entre estudos originais, ensaios controlados, revisões sistemáticas e meta-análises. A maior parte das intervenções utilizou exercícios de

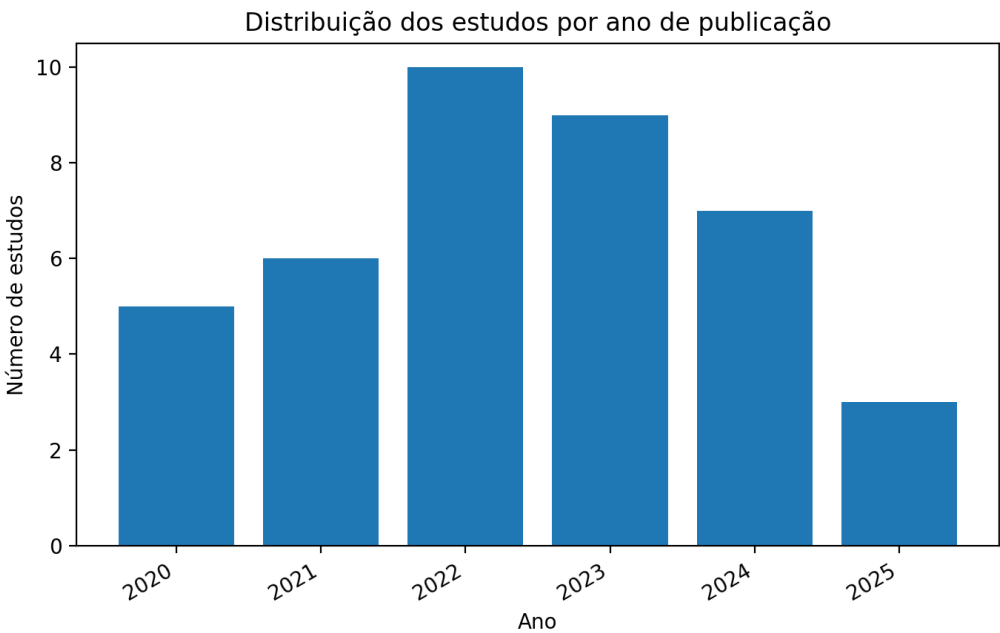
baixa carga, geralmente entre 20% e 40% de 1RM, com manguito aplicado proximalmente ao membro. Embora poucos estudos tenham investigado diretamente policiais militares, as evidências disponíveis permitem discutir o BFRT como ferramenta complementar para limitar atrofia, recuperar força e favorecer função durante a reabilitação de lesões que restringem temporariamente o uso de cargas elevadas.

Tabela 1 – Distribuição dos estudos por ano de publicação.

Ano	Número de estudos	Interpretação da concentração de publicações
2020	5	Fase inicial do recorte temporal, com estudos experimentais e primeiras revisões recentes.
2021	6	Ampliação das investigações sobre respostas neuromusculares, dano muscular e efeitos sistêmicos.
2022	10	Maior concentração de estudos, com revisões, meta-análises e comparações com alta carga.
2023	9	Crescimento de estudos aplicados em reabilitação, atletas e intervenções combinadas.
2024	7	Predomínio de revisões sistemáticas/meta-análises e sínteses sobre moderadores do efeito.
2025	3	Estudos mais recentes direcionados a atletas, desempenho e comparação com treinamento tradicional.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Figura 1 – Distribuição dos estudos por ano de publicação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Os desfechos mais frequentes foram espessura muscular, área de secção transversa, volume muscular, massa magra, força, dor e testes funcionais. Para a reabilitação policial, os

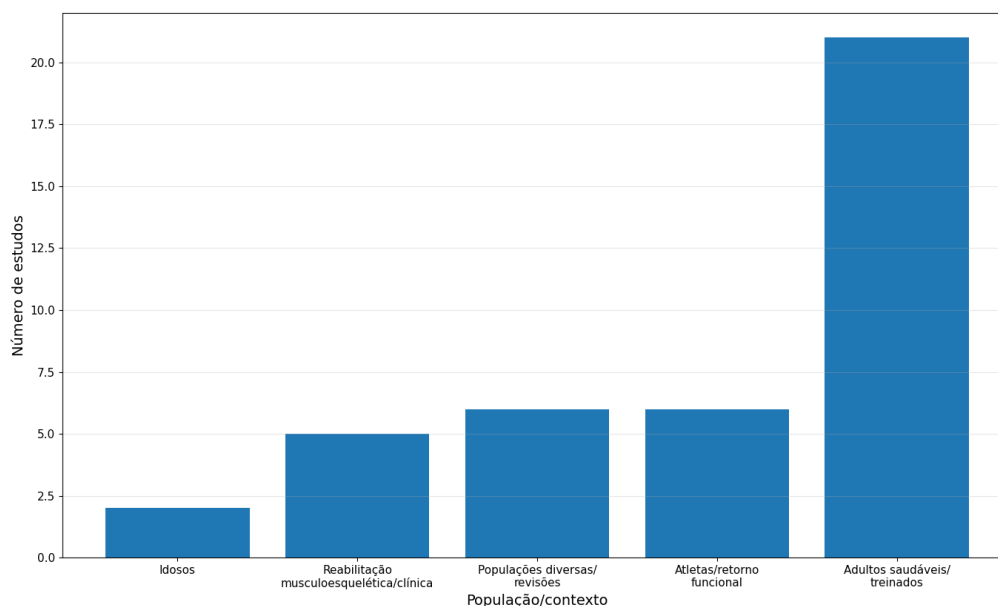
resultados morfológicos devem ser interpretados em conjunto com amplitude de movimento, estabilidade articular, tolerância à carga, equilíbrio, marcha, corrida, capacidade de subir escadas, transporte de equipamentos e retorno seguro às tarefas do serviço.

Tabela 2 – Caracterização dos estudos por população ou contexto.

População/contexto	Nº de estudos	Perfil predominante	Resultado predominante observado
Adultos saudáveis/treinados	21	Adultos jovens, fisicamente ativos, destreinados ou treinados.	Aumento de espessura muscular, força e volume muscular, principalmente quando o BFRT foi comparado à baixa carga sem oclusão.
Atletas/retorno funcional	6	Atletas, nadadores, futebolistas e indivíduos em retorno ao treinamento.	Aplicação complementar para manutenção muscular, recuperação de força e retorno progressivo com menor estresse articular.
Reabilitação musculoesquelética/clínica	5	Osteoartrite, pós-LCA, instabilidade de tornozelo, AVC e condições clínicas.	Melhora de força, função e preservação/recuperação de espessura muscular em cenários nos quais altas cargas podem ser contraindicadas.
Idosos	2	Adultos acima de 50 ou 60 anos.	Ganhos de força e hipertrofia com baixa carga, com maior aplicabilidade quando há limitação para treinamento pesado.
Populações diversas/revisões	6	Revisões sistemáticas com amostras heterogêneas.	Confirmação geral da efetividade do BFRT para preservar ou recuperar massa e força, com influência de pressão, volume e perfil da amostra.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Figura 2 – Distribuição dos estudos por população ou contexto de aplicação.
Distribuição dos estudos por população/contexto



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Tabela 3 – Tipo de evidência e implicação metodológica.

Tipo de evidência	Nº de estudos	Força interpretativa	Contribuição para a revisão
Estudos de intervenção	16	Permitem observar resposta direta ao treinamento.	Mostram efeitos do BFRT sobre espessura muscular, força, volume e adaptações neuromusculares em protocolos práticos.
Revisões sistemáticas/meta-análises	21	Maior nível de síntese da evidência disponível.	Consolidam a tendência de superioridade do BFRT sobre baixa carga sem oclusão e semelhança parcial com alta carga para hipertrofia.
Protocolos de ensaio	3	Não apresentam resultado final consolidado, mas orientam variáveis metodológicas.	Reforçam a importância de pressão de cuff, segurança, randomização e padronização das intervenções.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A comparação mais favorável ao BFRT ocorre contra o exercício de baixa carga sem oclusão. A adição da restrição aumenta o estímulo muscular produzido por cargas leves, o que é relevante quando a lesão, a dor ou uma restrição pós-operatória impede o treinamento convencional. Nesse cenário, o método pode reduzir a perda muscular e acelerar a recuperação de força sem exigir grande estresse mecânico sobre a articulação ou o tecido lesionado.

Quando comparado ao treinamento de alta carga, o BFRT pode produzir adaptações musculares semelhantes em alguns contextos, mas o treinamento pesado geralmente permanece superior para força máxima e especificidade neuromuscular. Na reabilitação, essa diferença não reduz a utilidade do método: o BFRT pode ocupar uma fase intermediária, mantendo o estímulo até que o paciente esteja apto a progredir para cargas maiores e tarefas mais específicas.

Em atletas e indivíduos treinados, o método apresenta maior valor como complemento para manutenção muscular, recuperação entre sessões e retorno progressivo após lesão. A mesma lógica se aplica ao policial militar: a restrição de fluxo pode facilitar o fortalecimento durante períodos de dor ou limitação, mas não substitui corrida, potência, agilidade, equilíbrio, transporte de carga e demais componentes necessários para a prontidão operacional.

Nas populações em reabilitação, os resultados são mais consistentes para condições de membros inferiores, especialmente osteoartrose do joelho, fraqueza do quadríceps após reconstrução do LCA e instabilidade do tornozelo. Há também aplicações potenciais em tendinopatias, fraturas e pós-operatórios selecionados. A resposta depende do diagnóstico, da fase de recuperação, da pressão do manguito, da carga, do volume e da combinação com outras estratégias terapêuticas.

Tabela 4 – Síntese dos resultados do BFRT conforme o comparador utilizado na reabilitação.

Comparador principal	Efeito sobre preservação/recuperação muscular	Efeito sobre força e função	Interpretação prática
Baixa carga/controle	Resultado superior à baixa carga isolada para espessura, área de secção transversa ou volume muscular.	Ganhos de força e função geralmente maiores que no controle ou exercício leve sem oclusão.	Comparação mais favorável ao método; útil quando a lesão impede cargas elevadas.
Alta carga	Adaptações musculares frequentemente semelhantes quando volume e esforço são adequados.	A alta carga tende a manter vantagem para força máxima e especificidade funcional.	O BFRT pode ser usado temporariamente até a progressão segura para cargas maiores.
Protocolos de BFR	Resultados dependem de pressão, frequência, intensidade e estágio da reabilitação.	Pressões ou volumes inadequados podem aumentar desconforto e reduzir aderência.	A individualização da pressão de oclusão arterial é decisiva para efetividade e segurança.
Comparadores diversos	Achados variáveis, geralmente favoráveis com controle de volume e progressão.	Efeito mais claro em pacientes com limitação de carga e em retorno ao exercício.	Ferramenta complementar, integrada ao exercício terapêutico e aos critérios de retorno.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Tabela 5 – Aplicabilidade prática do BFRT na reabilitação de policiais militares.

Dimensão	Achado dos estudos	Aplicação à reabilitação policial
Preservação muscular	BFRT com baixa carga reduz perdas e favorece recuperação de espessura e massa muscular.	Limitar atrofia quando dor, cirurgia ou restrição de apoio impedem cargas altas.
Recuperação de força	Ganhos de força ocorrem com menor carga externa, embora a alta carga permaneça necessária em fases avançadas.	Restabelecer força de forma progressiva antes do retorno ao treinamento pesado.
Dor e função	Há melhora funcional em lesões de joelho, tornozelo e outras condições selecionadas.	Apoiar marcha, equilíbrio, escadas, agachamento e tarefas necessárias ao retorno ao serviço.
Controle de carga	A baixa carga reduz estresse articular e musculotendíneo durante o exercício.	Manter estímulo muscular nas fases em que a tolerância mecânica ainda é limitada.
Retorno ao serviço	Melhoras musculares e funcionais podem facilitar a progressão para tarefas específicas.	Usar como ponte até corrida, potência, transporte de carga, TAF e atividade operacional.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A segurança é aspecto central para aplicação do BFRT em policiais militares. A literatura recomenda individualizar a pressão com base na pressão de oclusão arterial, pois o mesmo valor absoluto pode representar estímulos completamente diferentes em indivíduos com circunferência de membros, pressão arterial e composição corporal distintas.

Na prática profissional, o BFRT não deve ser utilizado como torniquete improvisado. A técnica exige conhecimento da anatomia vascular, controle de pressão, progressão de carga e monitoramento de sintomas. Recomenda-se atenção especial a hipertensão arterial, histórico de

trombose, doença vascular periférica, diabetes, obesidade, uso de anticoagulantes, dor intensa, parestesia persistente e alterações cardiovasculares.

Com base nos estudos analisados, a prescrição prática pode utilizar cargas entre 20% e 40% de 1RM, protocolo comum de quatro séries (30-15-15-15 repetições), intervalos curtos de 30 a 60 segundos, frequência semanal de duas a quatro sessões, duração mínima de seis semanas e aplicação do manguito na região proximal do membro treinado, sempre com supervisão profissional e monitoramento de sintomas.

5 PERFIL DAS LESÕES ATENDIDAS NO CRPM/PMESP E APLICAÇÕES DO BFRT NA REABILITAÇÃO

A incorporação de dados do Centro de Reabilitação da Polícia Militar do Estado de São Paulo permite relacionar a evidência científica do BFRT com a demanda observada na prática institucional. Em 2018, o setor de Fisioterapia Ortopédica registrou 734 policiais militares em programa de reabilitação. O relatório consolidado identificou predomínio de lesões da coluna vertebral, com expressivo acometimento lombar, elevada frequência de dor e predominância de tratamento conservador. Esse perfil indica uma população que frequentemente necessita preservar força e massa muscular sem aumentar de forma excessiva a carga articular ou axial durante as fases iniciais e intermediárias da recuperação (Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2018a, 2018b).

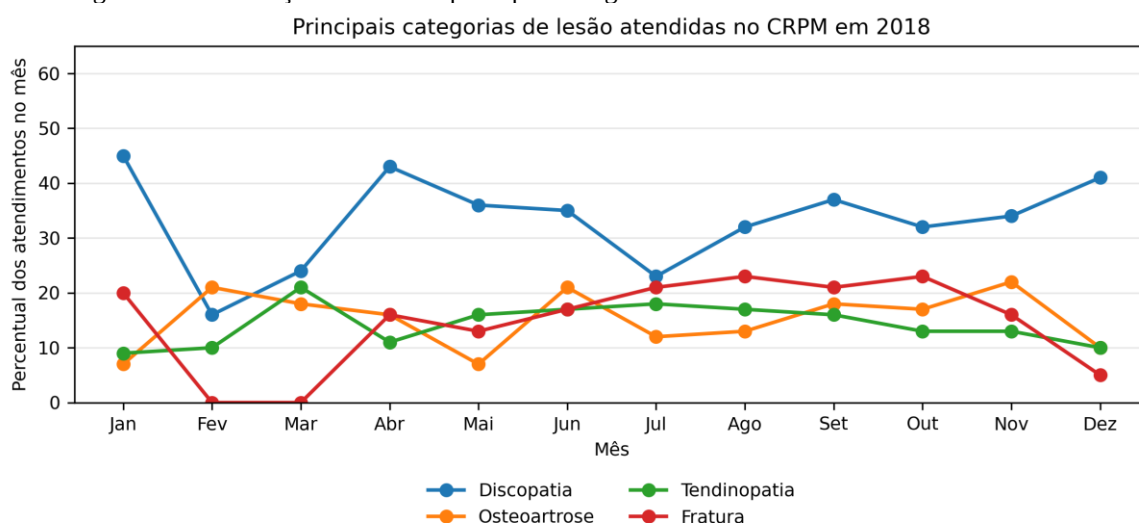
Tabela 6 – Perfil consolidado dos policiais militares atendidos no CRPM em 2018.

Indicador	Resultado	Interpretação para a reabilitação
Policiais atendidos	734	Demanda anual expressiva no setor de Fisioterapia Ortopédica.
Lesões da coluna vertebral	33%	Maior grupo diagnóstico consolidado, com destaque para discopatias.
Topografia lombar	35%	Principal região corporal acometida no relatório anual.
Causa atribuída a fatores laborais	31%	Indica relação relevante com as exigências ocupacionais.
Pacientes com dor	78%	Reforça a necessidade de estratégias com boa tolerância à carga.
Praças	76%	Maior parcela dos atendimentos segundo o grau hierárquico.
Policiais do serviço ativo	72%	A reabilitação precisa considerar manutenção e retorno à operacionalidade.
Ocorrência durante a folga	51%	O momento da ocorrência não equivale necessariamente à causa não laboral.
Tratamento conservador	Aprox. 81%	Predomínio de intervenções não cirúrgicas e progressivas.
Casos novos / recidivas	88% / 12%	Predomínio de novos casos, com espaço para prevenção secundária.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Polícia Militar do Estado de São Paulo (2018a, 2018b).

Os percentuais mensais mostram que a discopatia foi a categoria mais frequente em praticamente todo o ano, variando de 16% a 45% dos atendimentos mensais. Fraturas apresentaram maior participação entre julho e outubro, enquanto osteoartrose e tendinopatia permaneceram como demandas recorrentes. A Figura 3 evidencia que a composição dos atendimentos não foi estática, o que recomenda protocolos flexíveis e individualizados em vez de uma única rotina de reabilitação para todo o efetivo.

Figura 3 – Distribuição mensal das principais categorias de lesão atendidas no CRPM em 2018.

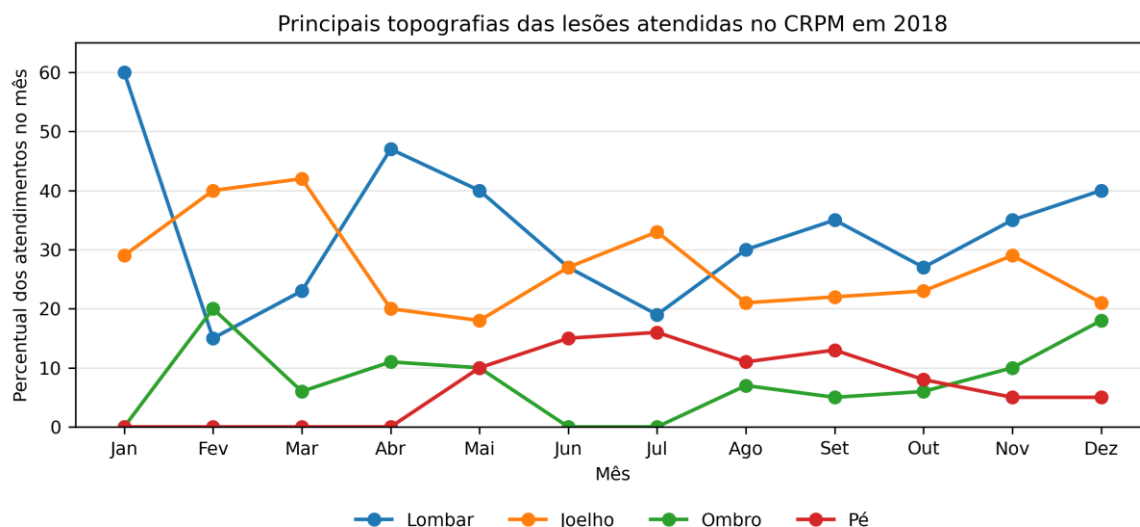


Nota: os percentuais representam a distribuição interna de cada mês; a ausência dos totais mensais impede o cálculo de proporções anuais ponderadas.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Polícia Militar do Estado de São Paulo (2018b).

Na análise topográfica, a região lombar liderou a distribuição em oito dos doze meses, atingindo 60% em janeiro e 47% em abril. O joelho foi a principal topografia em fevereiro, março, junho e julho, com valores entre 27% e 42%. Ombro, pé e tornozelo apareceram em menores proporções, mas possuem relevância funcional porque podem comprometer corrida, transposição de obstáculos, contenção física, porte de equipamentos e tarefas de defesa pessoal.

Figura 4 – Distribuição mensal das principais topografias das lesões atendidas no CRPM em 2018.

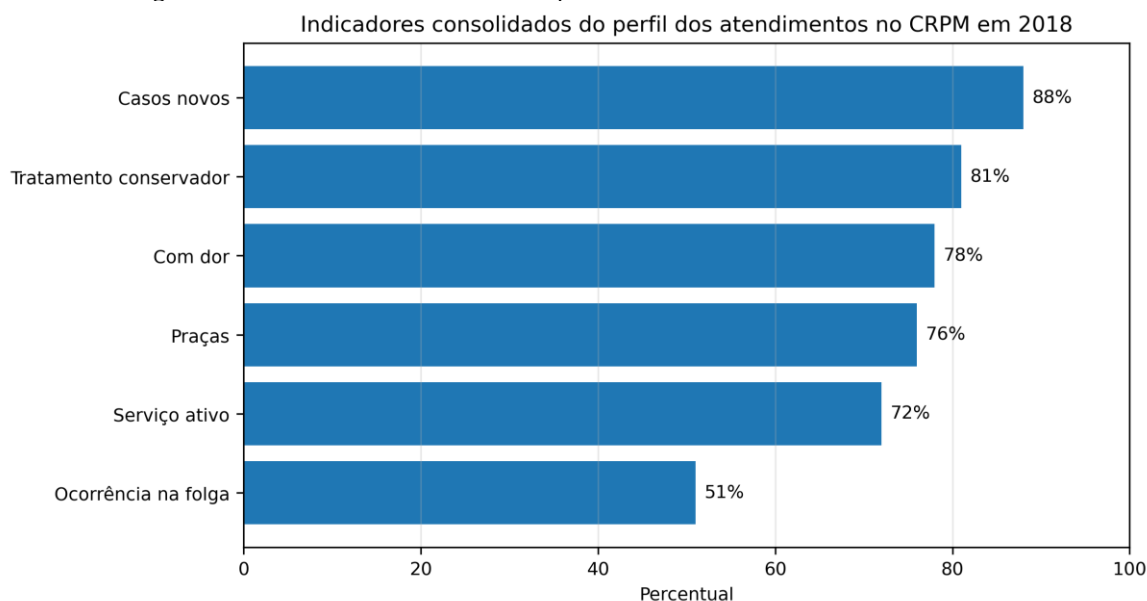


Nota: “pé” foi mantido conforme a categorização disponível na base institucional.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Polícia Militar do Estado de São Paulo (2018b).

O perfil consolidado também demonstra que a maior parte dos pacientes chegou ao serviço com dor, permaneceu no serviço ativo e foi conduzida por tratamento conservador. Esses indicadores reforçam a pertinência de estratégias que produzam estímulo muscular com cargas externas reduzidas. O BFRT pode ampliar a tolerância ao fortalecimento durante a recuperação, desde que sua indicação seja específica para o diagnóstico e integrada ao restante do programa de reabilitação.

Figura 5 – Indicadores consolidados do perfil dos atendimentos no CRPM em 2018.



Nota: o percentual de tratamento conservador foi apresentado de forma aproximada em razão dos arredondamentos do relatório.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Polícia Militar do Estado de São Paulo (2018a, 2018b).

5.1 Relação entre as Principais Lesões e o Treinamento com Restrição de Fluxo Sanguíneo

A principal demanda do CRPM foi constituída por discopatias e acometimentos lombares. Nesses casos, o BFRT não atua diretamente sobre o disco intervertebral, uma vez que o manguito é aplicado nos membros e não na coluna. Sua utilidade potencial é indireta: preservar ou recuperar força de membros inferiores, reduzir o descondicionamento durante períodos de limitação de carga axial e permitir a progressão do exercício com menor carga externa. Um ensaio clínico recente com atletas universitários do sexo masculino com dor lombar crônica inespecífica observou melhora de dor, incapacidade e força com BFRT de baixa carga; contudo, a amostra foi pequena e os resultados não devem ser generalizados para discopatia estrutural, radiculopatia ou quadros neurológicos (Liu *et al.*, 2025).

Para as lesões de joelho, o racional é mais direto. Osteoartrose, dor patelofemoral e fraqueza do quadríceps podem limitar exercícios com cargas moderadas ou altas. Ensaio clínico demonstraram que a combinação de baixa carga e restrição de fluxo pode melhorar força e função com menor exigência mecânica articular, embora a magnitude do benefício varie conforme protocolo e população (Ferraz *et al.*, 2018; Giles *et al.*, 2017). Após reconstrução do ligamento cruzado anterior, o BFRT pode auxiliar na redução da atrofia do quadríceps e na recuperação de força, sobretudo em fases nas quais a carga convencional ainda é limitada, mas os resultados são heterogêneos e a aplicação deve respeitar a cicatrização, o protocolo cirúrgico e a avaliação do risco tromboembólico (Li *et al.*, 2023; Okoroha *et al.*, 2023).

Nas entorses, instabilidade do tornozelo e lesões do pé, o BFRT deve ser associado ao exercício terapêutico, e não utilizado isoladamente. Estudos controlados mostram ganhos de força, área muscular e desempenho funcional quando a restrição é acrescentada à reabilitação supervisionada, enquanto a aplicação isolada não demonstrou a mesma efetividade (Werasirirat; Yimlamai, 2022; Mahmoud *et al.*, 2023). Em fraturas, sua utilização é possível somente após liberação médica e definição das restrições de apoio e movimento; um estudo de viabilidade após fratura de tornozelo sugere potencial para preservar função durante a recuperação (Larsen *et al.*, 2022).

Nas tendinopatias, o método pode reduzir a carga externa necessária para estimular a musculatura, mas não substitui a progressão específica de carga do tendão. Adaptações do tendão de Aquiles semelhantes às do treinamento pesado foram observadas com baixa carga associada à restrição de fluxo, indicando possível uso como etapa intermediária antes do retorno a cargas elevadas (Centner *et al.*, 2019). Para ombro e cintura escapular, a evidência ainda é menos robusta; portanto, o BFRT deve ser considerado apenas complemento de exercícios

específicos de manguito rotador e estabilizadores escapulares, com monitoramento de dor, força e função.

Tabela 7 – Aplicabilidade potencial do BFRT às principais demandas de reabilitação observadas no CRPM.

Lesão ou contexto	Contribuição potencial do BFRT para a reabilitação	Limites e cuidados
Discopatia e dor lombar	Preservação de força dos membros, redução do descondicionamento e exercício com menor carga axial.	Não trata diretamente o disco; excluir sinais neurológicos e evitar generalização de estudos sobre dor lombar inespecífica.
Osteoartrose e dor do joelho	Fortalecimento do quadríceps com baixa carga e possível melhora de dor, função e tolerância ao exercício.	A resposta é variável; ajustar amplitude, volume e pressão conforme tolerância.
Pós-reconstrução do LCA	Atenuação da atrofia e apoio à recuperação progressiva da força do quadríceps.	Somente com liberação da equipe cirúrgica, triagem vascular e respeito às fases de cicatrização.
Entorse e instabilidade do tornozelo	Aumento de força dos flexores plantares, eversores e dorsiflexores quando associado à reabilitação.	Não deve ser usado isoladamente; combinar com equilíbrio, propriocepção e controle neuromuscular.
Tendinopatias	Preservação muscular e etapa de transição para cargas maiores.	Não substitui carga progressiva do tendão nem tratamento da causa biomecânica.
Fraturas e pós-operatório	Redução da perda muscular durante fases em que apoio ou carga permanecem limitados.	Exige consolidação/estabilidade, liberação médica e controle rigoroso do risco vascular.
Ombro e cintura escapular	Fortalecimento com baixa carga de músculos do braço e possível suporte aos estabilizadores.	Evidência clínica ainda limitada; evitar compressão neural e sintomas distais.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026), com base nos estudos incluídos na revisão.

5.2 Proposta de Integração do BFRT ao Fluxo de Reabilitação do CRPM

A aplicação institucional do BFRT pode ser organizada em quatro etapas. A primeira é a triagem clínica, com identificação do diagnóstico, fase de cicatrização, pressão arterial, histórico de trombose, doença vascular, alterações de sensibilidade, uso de anticoagulantes e demais fatores de risco. A segunda é a determinação individual da pressão de oclusão arterial, evitando pressões fixas iguais para todos os pacientes. A terceira é a prescrição de exercícios de baixa carga, geralmente entre 20% e 40% de 1RM, com progressão baseada em dor, qualidade do movimento, força e função. A quarta é a transferência gradual para exercícios convencionais e tarefas ocupacionais, porque o BFRT é uma ponte para a recuperação e não o objetivo final do programa (Patterson *et al.*, 2019; Cognetti; Sheean; Owens, 2022).

Para policiais militares, os desfechos devem ultrapassar hipertrofia e incluir escala de dor, amplitude de movimento, força isométrica e dinâmica, testes de equilíbrio, marcha e corrida, subida de escadas, agachamento, transporte de carga, capacidade para realizar o TAF e tolerância às demandas específicas da função. A interrupção da sessão é indicada diante de dor desproporcional, parestesia persistente, alteração de cor, tontura, dispneia ou qualquer sinal vascular ou neurológico. Como os dados de 2018 não registraram o uso do BFRT, eventual implantação no CRPM deve ser acompanhada por protocolo prospectivo, registro de eventos adversos e comparação de tempo de retorno ao serviço, dor, força, função e recidiva.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão demonstra que o treinamento com restrição de fluxo sanguíneo pode contribuir para a reabilitação de lesões ao permitir fortalecimento e preservação muscular com baixa carga. Sua principal utilidade ocorre quando dor, instabilidade, cirurgia, fratura ou limitação articular impedem temporariamente o treinamento convencional. Nessas situações, o BFRT pode reduzir o descondicionamento e criar uma ponte entre as fases iniciais de proteção e a retomada progressiva de exercícios mais intensos.

Os resultados são mais consistentes para condições dos membros inferiores, como osteoartrose do joelho, recuperação do quadríceps após reconstrução do LCA e instabilidade do tornozelo. Tendinopatias, fraturas e lesões de ombro podem se beneficiar em contextos selecionados, mas exigem integração com carga progressiva, controle neuromuscular e critérios específicos de cicatrização. Em discopatias e dor lombar, o método não atua diretamente sobre a coluna e deve ser utilizado apenas como complemento para manutenção de força e condicionamento.

Os dados do CRPM/PMESP reforçam a relevância prática do tema ao evidenciarem 734 atendimentos, predomínio de lesões da coluna e região lombar, elevada presença de dor e maior utilização de tratamento conservador. Esse perfil indica espaço para protocolos que permitam fortalecer com menor carga, mas não comprova eficácia do BFRT na instituição. A ausência de dados individualizados, de acompanhamento longitudinal e de exposição prévia ao método exige cautela e evidencia a necessidade de estudos prospectivos com policiais militares.

Conclui-se que o BFRT pode integrar programas de reabilitação de lesões e retorno ao serviço de policiais militares, desde que seja prescrito por profissionais capacitados, com triagem clínica, pressão de oclusão individualizada, monitoramento de sintomas e progressão baseada em dor, força e função. O método deve ser entendido como recurso complementar e

temporário, orientado a recuperar a capacidade funcional e preparar o policial para o treinamento convencional e para as exigências reais da atividade operacional.

REFERÊNCIAS

AHMED, I. *et al.* Effectiveness of blood flow restriction training in patients after stroke: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine - Open**, 2024.

ARAÚJO PESSOA, K. *et al.* Beta-alanine supplementation associated with blood flow restriction training: effects on performance and muscle adaptations. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, 2023.

BAKER, B. S. *et al.* Does blood flow restriction therapy in patients older than age 50 result in muscle hypertrophy, increased strength, or greater physical function? A systematic review. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, v. 478, n. 3, p. 593-606, 2020.

CENTNER, C.; LAUBER, B.; SEYNNES, O. R.; JERGER, S.; SOHNIUS, T.; GOLLHOFER, A.; KÖNIG, D. Low-load blood flow restriction training induces similar morphological and mechanical Achilles tendon adaptations compared with high-load resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v. 127, n. 6, p. 1660-1667, 2019. DOI: 10.1152/japphysiol.00602.2019.

CHANG, H. *et al.* Effects of blood flow restriction training on muscle strength and hypertrophy in untrained male adults: a systematic review and meta-analysis. **Life**, 2024.

COGNETTI, D. J.; SHEEAN, A. J.; OWENS, J. G. Blood flow restriction therapy and its use for rehabilitation and return to sport: physiology, application, and guidelines for implementation. **Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation**, v. 4, p. e71-e76, 2022.

DAVIDS, C. J. *et al.* Acute cellular and molecular responses and chronic adaptations to low-load blood flow restriction and high-load resistance exercise in trained individuals. **Journal of Applied Physiology**, v. 131, p. 1731-1749, 2021.

DE LEMOS MULLER, C. H. *et al.* Aerobic training with blood flow restriction on muscle hypertrophy and strength gains: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2024.

DENG, B. *et al.* The effects of blood flow restriction combined with resistance training versus traditional resistance training on lower limb muscle hypertrophy and performance in athletes: a meta-analysis. **Frontiers in Physiology**, 2025.

DOS SANTOS, L. *et al.* Effects of blood flow restriction training on muscle strength and hypertrophy: systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, 2021.

EARLY, K. S. *et al.* Effect of blood flow restriction training on muscular performance, pain and vascular function. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 15, n. 6, p. 892-900, 2020.

FABERO-GARRIDO, R. *et al.* Effects of low-load blood flow restriction resistance training on muscle strength and hypertrophy in older adults: a systematic review and meta-analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 2022.

FERNANDES, J. F. T. *et al.* Effects of blood flow restriction training on muscle volume and strength in young women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2020.

FERRAZ, R. B.; GUALANO, B.; RODRIGUES, R.; KURIMORI, C. O.; FULLER, R.; LIMA, F. R.; SÁ-PINTO, A. L.; ROSCHEL, H. Benefits of resistance training with blood flow restriction in knee osteoarthritis. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 50, n. 5, p. 897-905, 2018. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001530.

GENG, Y. *et al.* Potential moderators of the effects of blood flow restriction training on muscle strength and hypertrophy: a meta-analysis based on a comparison with high-load resistance training. **Sports Medicine - Open**, 2024.

GILES, L.; WEBSTER, K. E.; MCCLELLAND, J.; COOK, J. L. Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: a double-blind randomised trial. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 23, p. 1688-1694, 2017. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096329.

HORIUCHI, M. *et al.* Blood flow restriction training and vascular and muscular adaptations in young men. **European Journal of Applied Physiology**, 2023.

JING, J. *et al.* Effects of upper extremity blood flow restriction training on muscle strength and hypertrophic function: a systematic review and meta-analysis. 2025.

JUDD, D. L. *et al.* Accessory blood flow restriction training in soccer athletes: effects on strength and muscle size. **International Journal of Sports Physical Therapy**, 2023.

KATAOKA, R. *et al.* Muscle growth adaptations to high-load training and low-load training with blood flow restriction in calf muscles. **European Journal of Applied Physiology**, v. 122, p. 623-634, 2022.

KORKMAZ, E. *et al.* Effects of blood flow restriction training on muscle strength and architecture. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, p. 1396-1403, 2022.

LARSEN, P.; PLATZER, O. J.; LOLLERGAARD, L.; PEDERSEN, S. K.; NIELSEN, P. K.; RATHLEFF, M. S.; BANDHOLM, T.; JENSEN, S. T.; ELSOE, R. Blood-flow restricted exercise following ankle fractures: a feasibility study. **Foot and Ankle Surgery**, v. 28, n. 6, p. 726-731, 2022. DOI: 10.1016/j.fas.2021.08.010.

LI, D. *et al.* Effects of KAATSU or blood flow restriction training on muscle circumference and strength in students/athletes. 2022.

LI, X.; LI, J.; QING, L.; WANG, H.; MA, H.; HUANG, P. Effect of quadriceps training at different levels of blood flow restriction on quadriceps strength and thickness in the mid-term postoperative period after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled external pilot study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 24, art. 360, 2023. DOI: 10.1186/s12891-023-06483-x.

LIU, Y.; LIU, J.; LIU, M.; WANG, M. The effect of blood flow restriction training on core muscle strength and pain in male collegiate athletes with chronic non-specific low back pain. **Frontiers in Public Health**, v. 12, art. 1496482, 2025. DOI: 10.3389/fpubh.2024.1496482.

MA, F. *et al.* Blood flow restriction combined with resistance training on muscle strength and thickness: a systematic review and meta-analysis. **Frontiers in Physiology**, 2024.

MAHMOUD, W. S.; RADWAN, N. L.; IBRAHIM, M. M.; HASAN, S.; ALAMRI, A. M.; IBRAHIM, A. R. Effect of blood flow restriction as a stand-alone treatment on muscle strength, dynamic balance, and physical function in female patients with chronic ankle instability. **Medicine**, v. 102, n. 44, e35765, 2023. DOI: 10.1097/MD.00000000000035765.

MAY, A. K. *et al.* Low-load blood flow restriction versus high-load resistance training: effects on muscular adaptations. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2022.

MENDONCA, G. V. *et al.* Contralateral training effects of low-intensity blood-flow restricted and high-intensity unilateral resistance training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 121, p. 2305-2321, 2021.

MILLER, B. C. *et al.* The systemic effects of blood flow restriction training: a systematic review. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 16, n. 4, p. 978-990, 2021.

MORLEY, W. N. *et al.* Training response to 8 weeks of blood flow restricted training is not improved by preferentially altering tissue hypoxia or lactate accumulation when training to repetition failure. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 46, p. 1257-1264, 2021.

OKOROHA, K. R.; TRAMER, J. S.; KHALIL, L. S.; JILDEH, T. R.; ABBAS, M. J.; BUCKLEY, P. J.; LINDELL, C.; MOUTZOUROS, V. Effects of a perioperative blood flow restriction therapy program on early quadriceps strength and patient-reported outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 11, n. 11, art. 23259671231209694, 2023. DOI: 10.1177/23259671231209694.

PATTERSON, S. D.; HUGHES, L.; WARMINGTON, S.; BURR, J.; SCOTT, B. R.; OWENS, J.; ABE, T.; NIELSEN, J. L.; LIBARDI, C. A.; LAURENTINO, G.; NETO, G. R.; BRANDNER, C.; MARTIN-HERNANDEZ, J.; LOENNEKE, J. P. Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety. **Frontiers in Physiology**, v. 10, art. 533, 2019. DOI: 10.3389/fphys.2019.00533.

PERERA, E. *et al.* Effects of blood flow restriction therapy for muscular strength, hypertrophy, and endurance: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Sport Rehabilitation**, 2022.

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. Centro de Reabilitação. **Apresentação dos dados estatísticos qualitativos de policiais militares atendidos no setor de Fisioterapia Ortopédica do Centro de Reabilitação da Polícia Militar do Estado de São Paulo**: base anual de 2018. São Paulo: PMESP, 2018a. Documento institucional.

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. Centro de Reabilitação. **Dados estatísticos 1**: Fisioterapia Ortopédica, 2018. São Paulo: PMESP, 2018b. Base de dados institucional.

QUEIROS, V. S. *et al.* Effects of blood flow restriction training on markers of muscle damage: a systematic review. **Sports Medicine**, 2021.

RAMIS, T. R. *et al.* Effects of traditional and vascular restricted strength training program with equalized volume on strength, muscle thickness, electromyographic activity, and endothelial function in young adults. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, p. 689-698, 2020.

REECE, T. M. *et al.* Myofiber hypertrophy adaptations following 6 weeks of low-load resistance training with blood flow restriction in untrained males and females. **Journal of Applied Physiology**, v. 134, p. 1240-1255, 2023.

SHARIFI, G. *et al.* Effects of frequency of blood flow restriction resistance training on muscular adaptations in untrained men. 2020.

SOUSA-SILVA, R. *et al.* Creatine supplementation combined with blood flow restriction training enhances muscle thickness and performance: a randomized, placebo-controlled, and double-blind study. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 48, p. 417-426, 2023.

SU, C. *et al.* Effects of blood flow restriction combined with high-load resistance training on athletic performance and body composition: a systematic review and meta-analysis. **Frontiers in Physiology**, 2025.

TEIXEIRA, E. L. *et al.* Perceptual and neuromuscular responses adapt similarly between high-load resistance training and low-load resistance training with blood flow restriction. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, p. 2410-2416, 2022.

WANG, H. *et al.* Effectiveness of blood flow restriction training in rehabilitation populations: systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine - Open**, 2026.

WANG, T. *et al.* Effect of blood-flow restricted versus heavy-load resistance training on strength, power, speed and jump performance: a systematic review and meta-analysis. 2025.

WANG, Y. *et al.* Effects of low-load blood flow restriction training with different cuff pressures in knee osteoarthritis: randomized controlled trial protocol. 2022.

WANG, Z. *et al.* Effect of low-load blood flow restriction training in young swimmers: a controlled intervention study. 2023.

WEN, Z. *et al.* Effect of low-load blood flow restriction training on patients with functional ankle instability: a randomized controlled trial. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 32, n. 8, p. 863-872, 2023.

WERASIRIRAT, P. *et al.* Effects of blood flow restriction exercise on scapular muscle thickness and function. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, 2023.

WERASIRIRAT, P.; YIMLAMAI, T. Effect of supervised rehabilitation combined with blood flow restriction training in athletes with chronic ankle instability: a randomized placebo-controlled trial. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 18, n. 2, p. 123-132, 2022. DOI: 10.12965/jer.2244018.009.

YANG, J. *et al.* Effect of blood flow restriction with low-load exercise on muscle damage and hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 44, n. 1, p. 1-13, 2024.

YANG, K. *et al.* Effects of blood flow restriction training on physical fitness among athletes: a systematic review and meta-analysis. **Scientific Reports**, v. 14, article 16615, 2024.

ZHANG, J. *et al.* Comparative analysis of high-intensity resistance training and blood flow restriction training on muscular adaptations. **Frontiers in Physiology**, 2025.

ZHANG, Y. *et al.* Effects of blood flow restriction training with different intensities on strength and explosive performance. 2022.