



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA  
FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

PROJETO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**Efeito da Restrição do Fluxo Sanguíneo em diferentes  
parâmetros associados à Gonartrose: revisão da literatura**

Ana Raquel Pereira

Estudante de Fisioterapia

Escola Superior de Saúde - UFP

[31254@ufp.edu.pt](mailto:31254@ufp.edu.pt)

Joana Azevedo

Mestre em Fisioterapia Desportiva

Escola Superior da Saúde - UFP

[jsazevedo@ufp.edu.pt](mailto:jsazevedo@ufp.edu.pt)

Porto, Maio de 2020

## Resumo

**Objetivo:** sintetizar a evidência acerca do efeito da RFS em diferentes parâmetros associados à gonartrose. **Metodologia:** Pesquisa computadorizada nas bases de dados *PubMed*, *Web of Science* e *PEDro*, utilizando a expressão: “*blood flow restriction AND knee osteoarthritis*”, de modo a selecionar estudos experimentais que avaliassem o efeito da RFS em diferentes parâmetros associados à gonartrose. **Resultados:** 5 estudos cumpriram os critérios de elegibilidade definidos, tendo apresentado resultados para um total de 176 indivíduos. De forma geral, participantes sujeitos ao método da RFS associado a treinos de baixa intensidade apresentaram efeitos comparáveis aos de indivíduos sujeitos a treinos de intensidade alta e moderada no que diz respeito a parâmetros como a força isocinética, isotônica e isométrica, volume quadrícipital, intensidade da dor, funcionalidade e qualidade de vida. **Conclusão:** existe evidência de que a RFS tem efeitos positivos na dor, força, hipertrofia do quadrícipite, funcionalidade e qualidade de vida de indivíduos com gonartrose.

**Palavras-chave:** restrição do fluxo sanguíneo; osteoartrose; joelho

## Abstract

**Aim:** to synthesize the evidence about the effect of BFR on different parameters associated to knee osteoarthritis. **Methodology:** Computerized research in the PubMed, Web of Science and PEDro databases, using the expression: “*blood flow restriction AND knee osteoarthritis*”, in order to select experimental studies that evaluated the effect of BFR on different parameters associated with knee osteoarthritis. **Results:** 5 studies met the defined eligibility criteria, having presented results for a total of 176 individuals. In general, participants submitted to the BFR method associated with low intensity training showed comparable effects to individuals submitted to high and moderate-load training in parameters such as isokinetic, isotonic and isometric strength, quadriceps hypertrophy, functionality and quality of life. **Conclusion:** there is evidence that BFR has positive effects on pain, strength, quadriceps hypertrophy, functionality and quality of life in individuals with knee osteoarthritis.

**Keywords:** blood flow restriction; osteoarthritis; knee

## **Introdução**

A osteoartrose (OA) designa a perda da cartilagem articular (O'Neill, McCabe e McBeth, 2018), podendo dela decorrer modificações ósseas, formação de osteófitos e de edema sinovial, trazendo como consequências a rigidez, edema e privação do movimento articular normal (Kolasinski et al, 2020).

A articulação do joelho é uma das mais afetadas pela OA, podendo nesta articulação ser designada por gonartrose (Hunter e Bierra-Zeinstra, 2019), estimando-se que cerca de 250 milhões de pessoas no mundo sofram de OA no joelho. O aumento da idade é apontado como um dos principais fatores de risco desta patologia, a par da perda de músculo esquelético (Vopat, Vopat, Bechtold e Hodge, 2019), da obesidade, da existência de lesões anteriores no joelho, assim como ser do género feminino (Hunter e Bierra-Zeinstra, 2019).

A presença de dor é o sintoma mais comum nesta patologia, à qual se encontram ainda associados: a fraqueza da musculatura extensora do joelho e atrofia dos isquiotibiais (Barber-Westin e Noyes, 2018), a presença de crepitação, e em alguns casos edema; sintomas estes que dificultam tarefas casuais do dia-a-dia como caminhar ou subir escadas, prejudicando assim a atividade física e a qualidade de vida do indivíduo (Lespasio et al., 2017).

Kolasinski et al. (2020) afirmam que existem diretrizes para o tratamento da gonartrose, embora frequentemente continuem a existir pacientes que prossigam com a sintomatologia e/ou com os efeitos adversos que as intervenções possam causar. Como já referido, a fraqueza do quadríceps é reconhecida em pacientes sintomáticos, devendo este fator ser revertido (O'Neill, McCabe e McBeth, 2018). No entanto, o fortalecimento deste grupo muscular constitui um desafio para o fisioterapeuta, uma vez que o treino de fortalecimento necessário pode promover a sobrecarga articular, sendo esta uma condicionante em indivíduos com esta patologia (Bryk et al., 2016).

De forma geral, para ganhos de força muscular é indicado um treino no qual a carga deve situar-se entre 60% a 70% de 1 repetição máxima (1RM) (Bryk et al., 2016; Vopat, Vopat, Bechtold e Hodge, 2019), e entre 70% a 85% de 1RM para ganhos de hipertrofia (Barber-Westin e Noyes, 2018). No entanto, nem todos os pacientes poderiam tolerar estas cargas devido ao desconforto associado à dor, podendo mesmo agravar o quadro clínico de indivíduos com gonartrose (Barber-Westin e Noyes, 2018; Vopat, Vopat, Bechtold e Hodge, 2019).

Neste sentido, estudos recentes concluíram ser possível executar um treino de baixa carga (a 30% de 1RM) e adquirir resultados equivalentes a um treino de alta intensidade, associando-lhe o método da restrição do fluxo sanguíneo (RFS), garantindo assim o fortalecimento muscular, mas minimizando o desconforto e a sobrecarga na articulação (Barber-Westin e Noyes, 2018). Este método surgiu no Japão inicialmente com o nome de “Treino de Kaatsu”, tendo sido descrito pelo Dr. Yoshiaki Sato na década de 70 (Patterson et al., 2019; Vopat, Vopat, Bechtold e Hodge, 2019).

Na RFS é usada uma braçadeira na parte mais proximal e/ou distal do membro a ser trabalhado (Vopat, Vopat, Bechtold e Hodge, 2019). Contudo existem vários tipos de braçadeiras com medidas e materiais diferentes; a pressão aplicada deve ser também tida em consideração, assim como o tamanho do membro a ser aplicado (Mattocks et al. 2018), de forma a evitar complicações não intencionais da sua utilização. O estudo de Brander, May, Clarkson e Warmington (2018) relatou uma prevalência de 19% de dormência do membro e 13% de hematoma ou hemorragia subcutânea após a aplicação de RFS, existindo ainda relato de efeitos colaterais noutros estudos como tonturas/desmaios (Patterson e Brandner, 2018), dor (Brandner e Warmington, 2017) e lesão muscular (Tabata, Suzuki, Azuma e Matsumoto, 2016) e ainda a formação de trombos venosos (Nakajima et al., 2006). A aplicação de RFS deve ter em conta contraindicações como por exemplo: doenças cardiovasculares, nomeadamente doenças cardíacas coronárias, hipertensão instável, trombo-embolismo venoso; lesões musculoesqueléticas, como lesões na pele ou traumas musculares recentes; fatores individuais e relacionados com o estilo de vida (idade, gravidez, tabagismo, diabetes *mellitus* não controlado); histórico familiar de insuficiência cardíaca, cancro, etc.; medicamentos que possam aumentar o risco de coágulos no sangue; entre outras (Brander, May, Clarkson e Warmington, 2018).

Um estudo nos EUA perspetivou que o número de artroplastias totais do joelho poderá aumentar 143% até 2050, podendo estes números aumentar se os cálculos forem modulados para indivíduos com mais de 40 anos (Inácio et al., 2017). Visto que frequentemente o tratamento conservador da OA do joelho não produz a diminuição da sintomatologia desejada, tendo de acabar por se optar pela artroplastia, torna-se assim fundamental perceber se a associação deste novo método a treinos com cargas inferiores pode ou não trazer benefícios nesta patologia.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo é sintetizar a evidência acerca do efeito da RFS em diferentes parâmetros associados à gonartrose.

## Metodologia

Para esta revisão da literatura, a pesquisa bibliográfica computadorizada foi realizada nas bases de dados *PubMed*, *Web of Science* e *PEDro*, com o objetivo de selecionar os estudos que avaliassem o efeito da RFS em diferentes parâmetros associados à gonartrose. O período de pesquisa foi compreendido entre Abril e Maio de 2020. Nas bases de dados *Pubmed*, *Web of Science* e *PEDro* foi utilizada a expressão de pesquisa: (*blood flow restriction AND knee osteoarthritis*).

Os critérios de elegibilidade definidos para a seleção dos estudos a incluir na revisão foram: (1) estudos em humanos; (2) escritos em língua portuguesa ou inglesa; (3) realizados em participantes sem história de artroplastia do joelho; e (4) estudos de caráter experimental. Foram excluídos os artigos: (1) cujo tema não estava relacionado com o tema de pesquisa; (2) ou que constituíssem estudos de caso, revisões sistemáticas, protocolos para estudos e resumos de conferência.

Para determinar a inclusão e exclusão de cada estudo, foram lidos os respectivos títulos e *abstracts* e, em caso de dúvida, os textos completos de todos os estudos encontrados na pesquisa efetuada.

Tendo em conta que se incluíram estudos com diferentes desenhos experimentais, a avaliação da qualidade metodológica dos mesmos foi realizada recorrendo à ferramenta de avaliação do risco de viés da *Cochrane Collaboration*, uma ferramenta qualitativa, que se encontra dividida por categorias (viés de seleção, viés de desempenho, viés de deteção, viés de atrito, registo de viés, e outros vieses), às quais é atribuído um risco de viés (baixo risco, alto risco, ou risco pouco claro), de acordo com o que é reportado em cada um dos estudos. A avaliação da qualidade metodológica dos estudos foi realizada por dois investigadores de forma independente e discutida posteriormente até ser atingido um consenso, e encontra-se descrita na tabela 1.

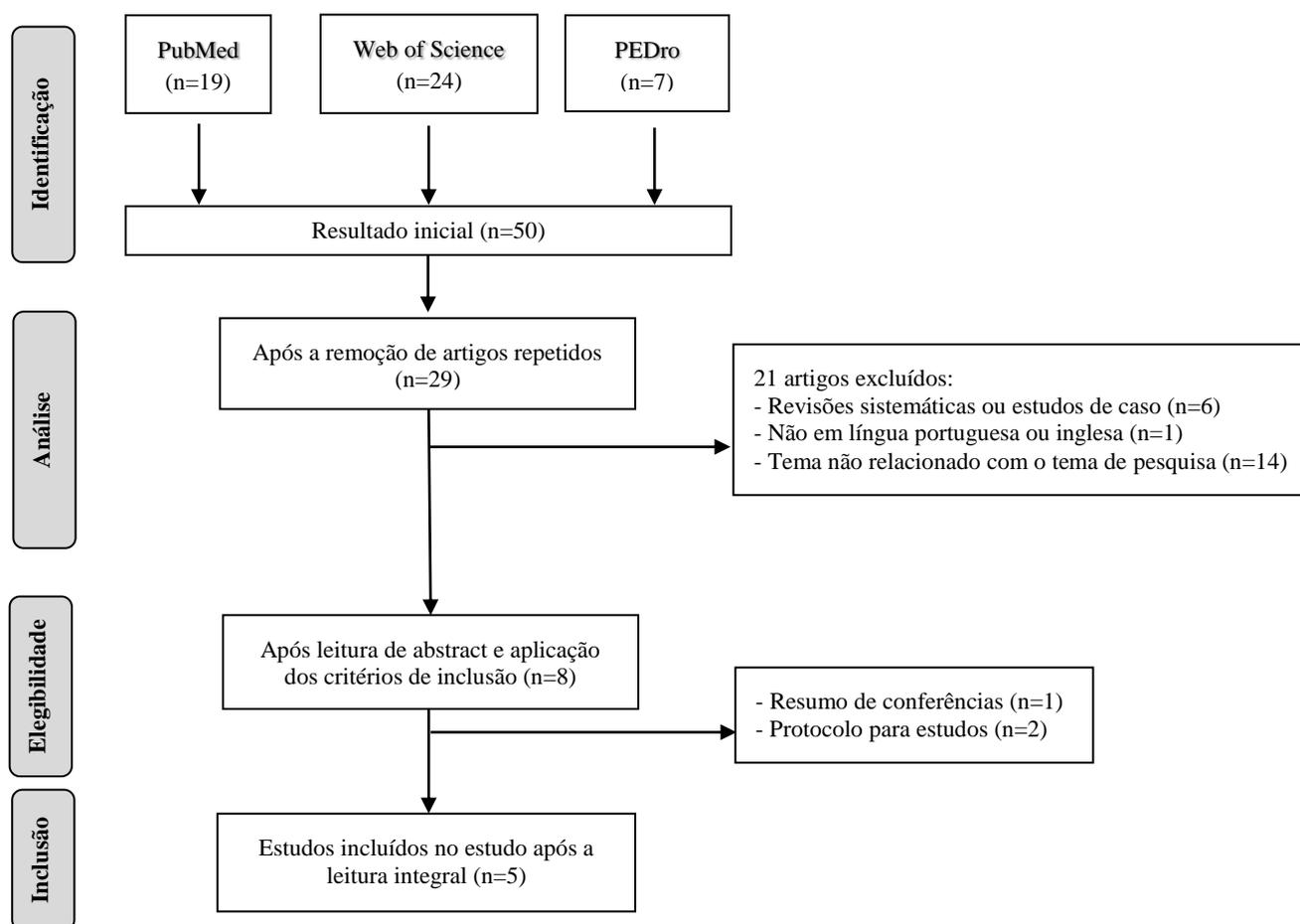
**Tabela 1:** Avaliação da Qualidade Metodológica dos Estudos

		Segal et al. (2015)	Segal, Davis e Mikesky (2015)	Bryk et al. (2016)	Ferraz et al. (2018)	Harper et al. (2019)
<b>Viés de Seleção</b> (Forma de distribuição pelos grupos)	Avaliador 1	BR	BR	BR	BR	BR
	Avaliador 2	BR	BR	BR	BR	BR
<b>Viés de desempenho</b> (Participantes e examinadores cego)	Avaliador 1	BR	BR	AR	RPC	BR
	Avaliador 2	BR	BR	AR	RPC	BR
<b>Viés de detecção</b> (Avaliação dos resultados cega)	Avaliador 1	RPC	RPC	RPC	RPC	BR
	Avaliador 2	RPC	RPC	RPC	RPC	BR
<b>Viés de atrito</b> (Apresentação dos resultados antes e após a intervenção)	Avaliador 1	BR	BR	BR	BR	AR
	Avaliador 2	BR	BR	BR	BR	AR
<b>Registo de viés</b> (Descrição dos protocolos e intervenções)	Avaliador 1	BR	BR	BR	BR	BR
	Avaliador 2	BR	BR	BR	BR	BR
<b>Outros vieses</b> (Limitações do estudo)	Avaliador 1	BR	AR	AR	BR	AR
	Avaliador 2	BR	AR	AR	BR	AR

**Legenda:** AR - alto risco; BR - baixo risco; RPC - risco pouco claro.

## Resultados

Após pesquisa da literatura foram identificados 50 artigos. Após a remoção de artigos duplicados e aplicação dos critérios de elegibilidade, o número inicial reduziu-se para 8 estudos. Após a leitura integral destes 8 estudos, foram selecionados 5 deles para este estudo. Este processo encontra-se mais detalhado no diagrama de PRISMA da Figura 1.



**Figura 1:** Diagrama de PRISMA dos artigos incluídos na revisão

## Descrição dos estudos

O número total de participantes dos 5 estudos foi de 176, com uma amostra mínima de 27 indivíduos (Harper et al., 2019) e amostra máxima de 41 indivíduos (Segal, Davis e Mikesky, 2015), com idades compreendidas entre os 45 a 90 anos de idade.

Todos os 5 estudos incluídos contêm 1 grupo experimental no qual a RFS é aplicada em treinos de resistência de baixa carga. Dos 5 estudos, 2 deles apresentam um grupo de controlo (GC) sujeito a um treino de resistência de baixa intensidade e um grupo experimental (GE) submetido a um treino de resistência de baixa intensidade mas com a aplicação da RFS (Segal et al., 2015 e Segal, Davis e Mikesky, 2015); 1 dos estudos apresenta um GC sujeito a um treino de alongamento, fortalecimento da musculatura dos membros inferiores e exercícios para o quadríceps de alta carga e um GE submetido a um treino semelhante ao do GC à exceção dos exercícios para o quadríceps que eram de baixa carga e realizados com

aplicação de RFS (Bryk et al., 2016); 1 dos estudos apresenta um GC onde é executado um treino de resistência de intensidade moderada e o GE é sujeito a um treino de baixa resistência com RFS (Harper et al., 2019); e apenas 1 apresenta 3 grupos: dois GE, um sujeito a um treino de alta intensidade e outro a um treino de baixa intensidade com a RFS, e um GC com apenas treino de resistência de baixa intensidade (Ferraz et al., 2018).

Todos os estudos apresentam o tempo de intervenção, sendo os mais curtos de 4 semanas (Segal et al., 2015; Segal, Davis e Mikesky, 2015) e os de maior duração de 12 semanas (Ferraz et al., 2017; Harper et al., 2019). Apenas 2 dos 5 estudos apresentam a duração de cada sessão (Segal et al., 2015; Segal, Davis e Mikesky, 2015).

De forma a verificar o efeito da aplicação da RFS na gonartrose, os estudos incluídos avaliaram diferentes parâmetros, tais como: força isocinética (Segal et al., 2015; Segal, Davis e Mikesky, 2015; Harper et al., 2019) e força isométrica (Bryk et al., 2016) através do dinamómetro isocinético; força isotónica através da *leg press* (Segal et al., 2015; Segal, Davis e Mikesky, 2015; Ferraz et al., 2018); volume quadricipital através da ressonância magnética (Segal et al., 2015; Ferraz et al., 2018); funcionalidade através da escala *Lequesne* (Bryk et al., 2016), *Timed-Up and Go test* (Bryk et al., 2016; Ferraz et al., 2018) e *Timed-Stands* (Ferraz et al., 2018); função física através do *Short Physical Performance Battery* (Harper et al., 2019); velocidade da marcha através de caminhada de 400m (Harper et al., 2019); intensidade da dor através do *Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Outcome Score* (Harper et al., 2019), do *Knee Osteoarthritis Outcome Score* (Segal et al., 2015; Segal, Davis e Mikesky, 2015) e da *Numerical Pain Rating Scale* (Bryk et al., 2016); e qualidade de vida através do *Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Outcome Score* (Ferraz et al., 2018).

A descrição dos estudos selecionados relativamente aos parâmetros: autores e ano de publicação do estudo; tamanho da amostra; objectivo do estudo; intervenção realizada; duração da intervenção e de cada sessão; testes/parâmetros avaliados; e os respetivos resultados obtidos, encontram-se na tabela 2.

Autores (ano)	Objetivos do estudo	n	Intervenção	Duração	Parâmetros avaliados	Resultados
Segal et al. (2015)	Avaliar se a aplicação de RFS durante um treino de resistência de baixa carga melhora a força e volume do quadríceps de mulheres com fatores de risco de desenvolver OA sintomática do joelho.	n=40 M:  <u>GE</u> : n=19  <u>GC</u> : n=21	<u>GC</u> : sujeito a um protocolo de treino de baixa carga que consistia na realização de 4 séries na <i>leg press</i> bilateralmente, em que na 1ª série eram realizadas 30 rep e nas restantes 15 rep, a 30% de 1RM;  <u>GE</u> : sujeito ao mesmo protocolo de treino do GC, mas com a aplicação da RFS na parte proximal das coxas, no qual as braçadeiras tinham 65mm de largura e 650mm de comprimento e uma pressão de insuflação de 100mmHg na 1ª semana e nas restantes de 120mmHg.	4 semanas  3 vezes por semana	Força isotónica (1RM) Força isocinética (FIC) Volume quadríceps (VQ) Intensidade da dor (ID)	Após as intervenções, verificou-se um aumento significativo na 1RM tanto no GE ( $p<0,0001$ ) como no GC ( $p=0,0046$ ), sendo este aumento significativamente superior no GE ( $p=0,0385$ ). Na FIC, apenas o GE obteve um aumento significativo ( $p=0,0243$ ). Não foram encontradas diferenças significativas no VQ tanto no GC como no GE ( $p=0,9912$ e $p=0,1362$ , respetivamente). O mesmo se verificou relativamente à ID, não se observando alteração da sintomatologia tanto no GC como no GE ( $p=0,5209$ e $p=0,4834$ , respetivamente).
Segal, Davis e Mikesky (2015)	Avaliar se a aplicação da RFS durante um treino de resistência de baixa carga é eficiente no aumento da força do quadríceps de homens com risco de desenvolver OA sintomática do joelho.	n=41 H:  <u>GE</u> : n=19  <u>GC</u> : n=22	<u>GC</u> : sujeito a um protocolo de treino de baixa carga que consistia na realização de 4 séries na <i>leg press</i> bilateralmente, no qual na 1ª série eram realizadas 30 rep e nas restantes 15 rep, a 30% de 1RM;  <u>GE</u> : sujeito ao mesmo protocolo de treino do GC, mas com a aplicação de RFS na parte proximal das coxas, no qual as braçadeiras tinham 65mm de largura e 650mm de comprimento, e uma pressão de insuflação de 100mmHg na 1ª semana e nas restantes de 120mmHg.	4 semanas  3 vezes por semana	Força isotónica (1RM) Força isocinética (FIC) Intensidade da dor (ID)	Após as intervenções, verificou-se uma melhoria significativa na 1RM tanto no GC como no GE ( $p<0,002$ e $p=0,003$ , respetivamente), não havendo diferenças entre os grupos ( $p=0,322$ ). Quanto à FIC e ID verificou-se uma melhoria significativa apenas no GC ( $p=0,006$ e $p=0,062$ , respetivamente).

Bryk et al. (2016)	Avaliar se a utilização de RFS durante um treino de baixa carga melhora a força do quadríceps, a dor e a funcionalidade de mulheres com OA do joelho.	n=34 M: <b>GE:</b> n=17 <b>GC:</b> n=17	<b>GC:</b> sujeito a um protocolo que consistia em: 3rep de 30s de alongamento dos isquiotibiais e de treino do core; 3 séries de 10rep em cada membro de abdução da anca em DL com pesos a 70% de 1RM; 3 séries de 10rep de <i>calf raises</i> ; 3 séries de 10rep de exercícios calmos em DL com elástico até atingir 10 RM; 3rep de 30s de treino sensório-motor no minitrampolim; e 3 séries de 10rep de extensão do joelho a 70% de 1RM, entre os 90° e os 0°; <b>GE:</b> igual ao protocolo do GC apenas não utilizava elástico nos exercícios calmos, nem o trampolim no treino sensório-motor, e o exercício de extensão do joelho era realizado a 30% 1RM, com a aplicação de RFS na parte proximal da coxa e insuflada a 200mmHg.	6 semanas  3 vezes por semana	Força isométrica (FIM) Intensidade da dor (I D) Funcionalidade (EL e TUG)	Após as intervenções, ambos os grupos obtiveram uma melhoria significativa na FIM ( $p=0,001$ ), na ID ( $p=0,001$ ) e na funcionalidade (EL: $p=0,001$ ; TUG: $p=0,006$ ), não se verificando, porém, diferenças significativas entre o GE e GC.
Ferraz et al. (2018)	Avaliar se a aplicação da RFS num treino de resistência de baixa intensidade melhora a força, o volume e funcionalidade de mulheres com OA do joelho.	n=34 M: <b>GE1:</b> n=10 <b>GC:</b> n=12 <b>GE2:</b> n=12	<b>GE1:</b> 4 séries de 10rep na <i>leg press</i> bilateralmente, a 50% de 1RM. Na 2ª semana aumentava para 80% de 1RM; e a partir da 5ª semana aumentava de 4 para 5 séries; <b>GC:</b> 4 séries de 15rep na <i>leg press</i> bilateralmente, a 20% de 1RM. Na 2ª semana aumentava para 30% de 1RM; e a partir da 5ª semana aumentava de 4 para 5 séries; <b>GE2 (RFS):</b> intensidade e progressão semelhantes ao GC, mas com aplicação da RFS, usando uma braçadeira com 175mm de largura por 920mm de comprimento na zona inguinal, insuflada a 70% da pressão necessária para realizar uma RFS total.	12 semanas  2 vezes por semana	Força isotónica (1RM) Volume quadricipital (VQ) Funcionalidade (TST e TUG) Qualidade de vida (QV) (subescalas da dor, rigidez e função física)	Após as intervenções, verificou-se um aumento significativo na 1RM apenas no GE1 e GE2 ( $p<0,0001$ e $p=0,0004$ , respetivamente), não se tendo verificado diferenças significativas entre os 2 grupos. No VQ verificou-se um aumento significativo no GE1 e no GE2 ( $p<0,0001$ ), não se verificando igualmente diferenças entre estes grupos. Quanto à funcionalidade, no teste TST verificou-se uma melhoria significativa no GE1 ( $p<0,0001$ ) e no GE2 ( $p=0,01$ ), embora não se tenham verificado diferenças entre os grupos ( $p>0,05$ ). Já

Harper et al. (2019)	Avaliar a eficácia da RFS associada a um treino de resistência de carga baixa na melhoria da força, dor e funcionalidade em idosos com OA sintomática do joelho.	n=27 H e M:	<b>GC:</b> n=15	<b>GE:</b> n=12	<b>GC:</b> sujeito a um treino de <i>leg press</i> , de extensão da perna, de <i>leg curl</i> e <i>calf flexion</i> a 60% de 1RM, até se atingir a fadiga voluntária. Os pacientes foram avaliados à 3 <sup>a</sup> , 6 <sup>a</sup> , 9 <sup>a</sup> e 12 <sup>a</sup> semana para recalcular o 1RM.	<b>GE:</b> executaram os mesmos exercícios do GC a 20% de 1RM, com a adição da RFS na parte proximal das coxas. A compressão da braçadeira foi aplicada de acordo com diretrizes publicadas para a RFS, sendo individualizada para cada participante usando a equação: [pressão mmHg = 0.5(pressão sistólica sanguínea) + 2(circunferência da coxa) +5].	12 semanas 3 vezes por semana	Força isocinética (FIC) Velocidade de marcha (VM) Função Física (FF) Intensidade da dor (ID)	no TUG, não se verificaram diferenças em nenhum dos grupos após as diferentes intervenções ( $p>0,05$ ). Na QV, o <i>score</i> da dor teve uma redução significativa apenas no GC ( $p=0,001$ ) e no GE2 ( $p=0,02$ ); o <i>score</i> da rigidez apresentou uma diminuição significativa apenas no GE2 ( $p=0,013$ ); e o <i>score</i> da função física mostrou melhorias significativas no GE2 ( $p=0,019$ ) e no GE1 ( $p=0,02$ ). O <i>score</i> geral da QV melhorou de forma significativa no GE1, GC e GE2 ( $p=0,016$ ; $p=0,005$ e $p=0,008$ , respetivamente).	No final do estudo registaram-se melhorias na FIC em ambos os grupos, tendo o GC resultados superiores. Já a VM diminuiu ao longo das 12 semanas, com o GE a obter melhor resultado à 6 <sup>a</sup> semana, mas inferior à 12 <sup>a</sup> semana. Na FF, resultados mais significativos foram igualmente atingidos no GC. Relativamente à ID, esta foi mais reportada no GC comparativamente ao GE.
----------------------	--	-------------	-----------------	-----------------	---	--	----------------------------------	---	---	---

**Legenda:** EL- Escala Lequesne; FF- função física; FIC- força isocinética; FIM- força isométrica; FUN- funcionalidade; GC- grupo de controlo; GE- grupo experimental; H- homens; ID- intensidade da dor; M- mulheres; mm- milímetros; mmHg- milímetros de mercúrio; OA- osteoartrose; QV- qualidade de vida; rep- repetições; RFS- restrição do fluxo sanguíneo; RM- repetição máxima; s- segundos; TST- *Timed-Stands test*; TUG- *Timed-Up and Go*; VM- velocidade de marcha; VQ- volume quadricipital.

## Discussão

O objetivo desta revisão bibliográfica foi sintetizar a evidência acerca do efeito da RFS em diferentes parâmetros associados à gonartrose.

Como anteriormente referido, O'Neill, McCabe e McBeth (2018) referem que o tratamento na gonartrose deve contemplar a reversão da fraqueza e/ou atrofia existente do quadricípite. Contudo, os treinos convencionais para a OA do joelho podem implicar a sobrecarga articular, podendo assim infligir dor na articulação (Bryk et al., 2016).

Vopat, Vopat, Bechtold e Hodge (2019) afirmam que a RFS se gere por um mecanismo resultante do stress metabólico e mecânico, sinalizando outros mecanismos secundários como a hipoxia tecidual, a aglomeração de metabolitos e o inchaço celular, que conseqüentemente leva ao recrutamento de fibras musculares do tipo II, à síntese de proteínas e hormonas anabólicas, assim como à estimulação de células miogénicas. Deste modo, a RFS demonstrase eficaz no aumento do desenvolvimento muscular devido à sua capacidade de criação de um ambiente hipóxico capaz de recrutar preferencialmente as fibras rápidas como nos treinos de alta intensidade. Dois dos estudos incluídos na presente revisão avaliaram, entre outros parâmetros, o efeito da RFS no volume quadricipital (Segal et al., 2015; Ferraz et al., 2018). No estudo de Ferraz et al. (2018) obteve-se um aumento significativo do mesmo, contrariamente ao efeito obtido por Segal et al. (2015), onde não se observou nenhuma alteração neste parâmetro, podendo diferentes motivos estar na origem desta divergência de resultados: em primeiro lugar, a diferença na duração do tempo de intervenção, já que no estudo de Segal et al. (2015) a intervenção foi de apenas 4 semanas, enquanto que no estudo de Ferraz et al. (2018) a intervenção foi três vezes superior (12 semanas), podendo o primeiro não ter tido um *follow-up* suficiente para produzir ganhos de hipertrofia muscular; e em segundo lugar, os parâmetros associados à braçadeira utilizada, nomeadamente a largura da mesma, divergem nestes dois estudos sendo que a braçadeira usada no estudo de Ferraz et al. (2018) era relativamente maior comparativamente à de Segal et al. (2015).

Tendo em conta a importância e o desafio que representa o aumento da força do quadricípite nesta patologia (Bryk et al., 2016), todos os estudos incluídos nesta revisão objetivaram perceber o efeito da associação da RFS na força muscular, tendo avaliado três tipos de força. A força isocínética foi testada em três deles (Segal et al., 2015; Segal, Davis e Mikesky, 2015; Harper et al., 2019), contudo no estudo de Segal, Davis e Mikesky (2015), realizado em indivíduos do sexo masculino, não foi encontrada uma melhoria significativa neste parâmetro.

Os próprios autores apontam como limitações do estudo fatores como não terem medido a pressão inicial e o aperto final da braçadeira à circunferência do membro ou a composição muscular e de gordura na coxa; assim como também não foi reavaliado o 1RM, não tendo por isso ocorrido um ajuste da carga de treino, podendo estes motivos terem contribuído para a ausência de resultados positivos. É de constatar que nos outros dois estudos (Segal et al., 2015; Harper et al., 2019) foram encontrados resultados positivos para a força isocinética, apesar de Segal, Davis e Mikesky (2015) terem aplicado um protocolo semelhante ao de Segal et al. (2015), também mencionado por Patterson et al. (2019), constituído por 4 séries em que a 1ª série é constituída por 30 repetições e as restantes por 15 repetições, cumprindo sempre o tempo de descanso entre séries de 30 segundos, destinado ao aumento do volume de quadríceps e ganhos de força. Já no estudo de Harper et al. (2019), os participantes foram submetidos a um treino de *leg press*, de extensão da perna, de *leg curl* e *calf flexion* a 60% de 1RM para o GC e a 20% de 1RM para o GE sujeito a RFS até atingirem a fadiga voluntária de forma a equivaler o trabalho metabólico dos dois grupos, sendo que no último foi utilizada uma braçadeira com medidas de insuflação adaptadas a cada participante, tendo obtido desta forma resultados positivos para o grupo com a RFS, contudo, não superiores ao do GC. A força isotónica foi também estudada em três dos estudos incluídos (Segal et al., 2015; Segal, Davis e Mikesky, 2015; Ferraz et al., 2018), sendo que nos estudos de Segal, Davis e Mikesky (2015) e Ferraz et al. (2018) foram observadas melhorias significativas neste parâmetro, embora os indivíduos sujeitos a RFS tenham obtido um efeito comparável ao do GC de Segal, Davis e Mikesky (2015) sujeito a um treino com baixa carga e ao do GC de Ferraz et al. (2018) sujeito a um treino de alta intensidade. Apenas no estudo de Segal et al. (2015) foi observado que a força isotónica teve um aumento significativo e também significativamente superior quando comparado ao GC sujeito apenas a um treino de baixa carga. Ainda relativamente à força, apenas o estudo de Bryk et al. (2016) usou a força isométrica como parâmetro de avaliação da força muscular, tendo registado uma melhoria significativa no grupo sujeito a RFS, embora igualmente com resultados comparáveis com o GC sujeito a um treino de alta carga. No entanto, apesar de ambas as intensidades de treino terem sido eficazes, é de salientar que a aplicação da RFS em treinos de baixa carga se demonstra possivelmente mais viável para indivíduos com gonartrose, uma vez que não os sujeita a tanta sobrecarga articular comparavelmente a um treino de alta carga, constituindo assim uma melhor opção de tratamento nesta patologia.

Barber-Westin e Noyes (2018) reportam que o treino com RFS demonstra ser possível alcançar os mesmos benefícios que num treino com altas cargas, contudo infligindo também menos dor durante as sessões. Com efeito, todos os cinco estudos avaliaram a intensidade da dor sentida pelos pacientes, sendo que em apenas dois deles (Segal et al., 2015; Segal, Davis e Mikesky, 2015) não foram registadas diminuições significativas, possivelmente devido ao já anteriormente referido, ou seja, à curta duração das intervenções, uma vez que estes se tratam dos estudos com menor tempo de intervenção (4 semanas), enquanto que os restantes 3 estudos que utilizaram 6 e 12 semanas de intervenção já obtiveram uma diminuição significativa da sintomatologia dolorosa. É de salientar ainda que no estudo de Ferraz et al. (2018) a dor foi quantificada através do questionário WOMAC, que integra 3 *scores* distintos relativamente à dor, rigidez e função física, sendo que o grupo submetido à RFS foi o único que obteve diferenças significativamente positivas nestes 3 *scores* avaliados em comparação com os grupos de treinos de alta e baixa carga (sem adição de RFS), enfatizando assim que a RFS consegue melhorar a qualidade de vida, em grande parte devido à diminuição da dor de indivíduos com OA do joelho sintomática.

Relativamente à funcionalidade e função física, foram três os estudos que apresentaram testes para estes parâmetros (Bryk et al. 2016; Ferraz et al. 2018; Harper et al. 2019). O teste TUG foi avaliado em dois estudos, sendo que no estudo de Bryk et al. (2016) os resultados obtidos foram significativamente positivos, apesar de não apresentarem diferença em comparação com o GC sujeito a um treino de alta carga; já no estudo de Ferraz et al. (2018) não se verificam diferenças nos 3 grupos após as diferentes intervenções. O teste TST foi também administrado pelo estudo anterior tendo obtido um resultado positivo, não se tendo observado porém, diferenças entre o grupo sujeito a um treino de baixa intensidade com RFS e o grupo sujeito a um treino de alta intensidade, demonstrando serem ambos eficazes. Ainda relativamente à funcionalidade, Bryk et al. (2016) usou a escala de *Lequesne* para aferir se existia entre pouca disfunção ou uma disfunção extremamente severa, tendo obtido uma melhoria significativa no grupo sujeito a RFS no final do estudo, não existindo, no entanto, uma diferença comparativamente ao grupo de alta carga. No estudo de Harper et al. (2019) foi também avaliada a função física através do teste SPPB, contudo não se observaram resultados significativos para o grupo sujeito a RFS. Neste último estudo foi ainda avaliada a velocidade da marcha, e embora apesar do grupo da RFS ter se mostrado efetivo neste teste, não houve igualmente diferença significativa entre os dois grupos, concluindo que tanto um treino de baixa carga com RFS como um treino de intensidade moderada se demonstraram efetivos, no

entanto, denota-se mais uma vez que a opção de um treino de baixa carga será preferível em pacientes com gonartrose, devido à menor dor e sobrecarga articular infligida nesta intensidade de treino comparativamente à dos treinos convencionais.

Como limitações podemos mencionar que o número de artigos que abordam a RFS em indivíduos com gonartrose é escasso; o tamanho amostral dos estudos também foi reduzido, assim como os tempos de intervenção em alguns deles; e ainda o facto da existência de protocolos diferentes, quer de treino quer da aplicação da RFS, o que dificulta a estipulação de qual o procedimento mais adequado para indivíduos com OA do joelho.

## **Conclusão**

O objetivo desta revisão foi determinar o efeito da RFS em diferentes parâmetros associados à gonartrose. Após a recolha e a análise detalhada dos estudos incluídos, é possível concluir que existe evidência de que a RFS associada a um treino de baixa carga tem efeitos positivos quanto à força, hipertrofia do quadricípite, melhoria da dor, funcionalidade e qualidade de vida de indivíduos com gonartrose. Deste modo, este método pode ser considerado uma forma eficaz de tratamento da gonartrose visto que a sobrecarga e a dor são minimizadas comparativamente aos treinos convencionais para efeitos de ganhos de força e hipertrofia muscular, apresentando efeitos comparáveis aos treinos de intensidade alta e moderada. Contudo, são necessários mais estudos com boa base metodológica para determinar quais os melhores protocolos de intervenção, parâmetros da RFS e duração das intervenções de forma a se obter o protocolo mais eficaz para maximizar o tratamento de indivíduos com gonartrose.

## **Bibliografia**

Barber-Westin, S. e Noyes, F. (2018). Blood Flow-Restricted Training for Lower Extremity Muscle Weakness due to Knee Pathology: A Systematic Review. *Sports Health*, 11(1), 69-83.

Brandner, C., May, A., Clarkson, M. e Warmington, S. (2018). Reported Side-effects and Safety Considerations for the Use of Blood Flow Restriction During Exercise in Practice and Research. *Techniques in Orthopaedics*, 33(2), 114-121.

Brandner, C. e Warmington, S. (2017). Delayed Onset Muscle Soreness and Perceived Exertion After Blood Flow Restriction Exercise. *Journal of Strength and Condition Research*, 31(11), 3101-3108.

Bryk, F., Reis, A., Fingerhut, D., Araujo, T., Schutzer, M., Cury, R., Duarte Jr, A. e Fukuda, T. (2016). Exercises with partial vascular occlusion in patients with the knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *Knee Surgery Sports Traumatol Arthroscopy*, 24(5), 1580-1586.

Ferraz, R., Gualano, B., Rodrigues, R., Kurimori, C., Fuller, R., Lima, F., Sá-Pinto, A. e Roschel, H. (2018). Benefits of Resistance Training with Blood Flow Restriction in Knee Osteoarthritis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(5), 897-905.

Harper, S., Roberts, L., Layne, A., Jaeger, B., Gardner, A., Sibille, K., Wu, S., Vincent, K., Fillingim, R., Manini, T. e Buford, T. (2019). Blood-Flow Restriction Resistance Exercise for Older Adults with Knee Osteoarthritis: A Pilot Randomized Clinical Trial. *Journal of Clinical Medicine*, 265(8), 1-13.

Hunter, D. e Bierna-Zeinstra, S. (2019). Osteoarthritis. *Lancet*, 393, 1745-1759.

Inácio, M., Paxton, E., Graves, S., Namba, R. e Nemes, S. (2017). Projected increase in total knee arthroplasty in the United States – an alternative projection model. *Osteoarthritis and Cartilage*, 25, 1797-1803.

Kolasinski, S., Neogi, T., Hochberg, M., Oatis, C., Guyatt, G., Block, J., Callahan, L., Copenhaver, C., Dogde, C., Felson, D., Gellar, K., Harvey, W., Hawker, G., Herzig, E., Kwoh, C., Nelson, A., Samuels, J., Scanzello, C., White, D., Wise, B., Altman, R., DiRenzo, D., Fontanarosa, J., Girardi, G., Ishimori, M., Misra, D., Shah, A., Shmagel, A., Thoma, L., Turgunbaev, M., Turner, A. e Reston, J. (2020). 2019 American College of Rheumatology/Arthritis Foundation Guideline for the Management of Osteoarthritis of the Hand, Hip and Knee. *Arthritis Care & Research*, 0(0), 1-14

Lespasio, M., PiuZZi, N., Husni, M., Muschler, G., Guarino, A. e Mont, M. (2017). Knee Osteoarthritis: A Primer. *Permanente Journal*, 21, 16-183.

Mattocks, K., Jessee, M., Mouser, J., Dankel, S., Buckner, S., Bell, Z., Owens, J., Abe, T. e Loenneke, J. (2018). The Application of Blood Flow Restriction: Lessons From the Laboratory. *Current Sports Medicine Reports*, 17(4), 129-134.

Nakajima, T., Kurano, M., Takano, H., Oonuma, H., Morita, T., Meguro, K., Sato, Y., Nagata, T. e KAATSU Training Group (2006). *International Journal of KAATSU Training Research*, 2(1), 5-13.

- O'Neill, T., McCabe, P. e McBeth, J. (2018). Update on the epidemiology, risk factors and disease outcomes of osteoarthritis. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 32(2), 312-326.
- Patterson, S., e Brandner, C. (2018). The Role of Blood Flow Restriction Training for Applied Practitioners: A Questionnaire- Based Survey. *Journal of Sports Sciences*, 36(2), 123-130.
- Patterson, S., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B., Owens, J., Abe, T., Nielsen, J., Libardi, C., Laurentino, G., Neto, G., Brandner, C., Martin-Hernandez, J. e Loenneke, J. (2019). Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Frontiers in Physiology*, 10(53), 1-15.
- Rossow, L., Fahs, C., Loenneke, J., Thiebaud, R., Sherk, V., Abe, T. e Bembem, M. (2012). Cardiovascular and perceptual responses to blood-flow-restricted resistance exercise with differing restrictive cuffs. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 32(5), 331-337.
- Segal, N., Davis, M. e Mikesky, A. (2015). Efficacy of Blood Flow-Restricted Low-Load Resistance Training For Quadriceps Strengthening in Men at Risk of Symptomatic Knee Osteoarthritis. *Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation*, 6(3), 160-167.
- Segal, N., Williams, G., Davis, M., Wallace, R. e Mikesky, A. (2015). Efficacy of Blood Flow Restricted Low-Load Resistance Training in Women With Risk Factors for Symptomatic Knee Osteoarthritis. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 7(4), 376-384.
- Tabata, S., Suzuki, Y., Azuma, K. e Matsumoto, H. (2016). Rhabdomyolysis After Performing Blood Flow Restriction Training: A Case Report. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(7), 2064-2068.
- Vopat, B., Vopat, L., Bechtold, M. e Hodge, K. (2019). Blood Flow Restriction Therapy: Where We Are and Where We Are Going. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 00, 1-8.