

Filipe Pinto Rodrigues Mendonça

*A Efetividade da vibração na dor e força de
participantes com sensação retardada de
desconforto muscular: uma revisão sistemática*

Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa

Porto, 2022

Filipe Pinto Rodrigues Mendonça

*A Efetividade da vibração na dor e força de
participantes com sensação retardada de
desconforto muscular: uma revisão sistemática*

Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa

Porto, 2022

*A Efetividade da vibração na dor e força de
participantes com sensação retardada de
desconforto muscular: uma revisão sistemática*

Filipe Pinto Rodrigues Mendonça

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa
como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre
em Fisioterapia Desportiva, sob a orientação do Professor
Doutor Ricardo Cardoso.

Porto, outubro, 2022

Resumo

Objetivo: Analisar a efetividade da vibração na dor e força em pessoas com sensação retardada de desconforto muscular.

Metodologia: Foi efetuada uma pesquisa computadorizada nas bases de dados *Pubmed*, *PEDro*, *Web of Science*, *Cochrane*, *SPORTDISCUS*, *Sciello* e *LILACS* para encontrar estudos que aplicassem vibração em pessoas com sensação retardada de desconforto muscular e que fosse avaliada a dor e/ou força.

Resultados: Foram incluídos neste estudo de revisão 15 estudos randomizados controlados, envolvendo um somatório de 481 participantes. Foi possível verificar os benefícios da vibração na redução dor e na perda de força em atletas e em pessoas sem rotinas de treino com sensação retardada de desconforto muscular. Os resultados apresentam alguma variação, mas a maioria dos estudos apresentou resultados positivos e até resultados significativos em relação a avaliação da diminuição de dor e a diminuição das perdas de força causadas por protocolos de dano muscular. A vibração também apresentou melhores resultados quando comparada com outras abordagens, como é o caso do alongamento e do ultrassom. Tanto a vibração de corpo inteiro como a vibração local apresentaram resultados positivos.

Conclusão: A vibração apresenta um papel relevante na intervenção sobre a sensação retardada de desconforto muscular, não existindo um método único de intervenção, sendo que existem diversas abordagens possíveis com resultados positivos.

Palavras-Chave: vibração, treino de vibração, vibração de corpo inteiro, sensação retardada de desconforto muscular.

Abstract

Objective: Analyze the effect of vibration on pain and strength in persons with delayed-onset muscle soreness.

Methodology: A computerized search of Pubmed, PEDro, Web of Science, *Cochrane*, SPORTDISCUS, Scielo and LILACS databases was performed to find studies that applied vibration in persons with delayed-onset muscle soreness and that pain and strength are evaluated.

Results: Fifteen randomized controlled studies involving a sum total of 481 participants were included in this review study. It was possible to verify the benefits of vibration in reducing pain and strength loss the treatment in athletes and people without training routineswithf delayed-onset muscle soreness,. The results show some variation, but most of the studies showed positive results and even significant results regarding the evaluation of the decrease of pain and the decrease of strength losses caused by muscle damage protocols. Vibration also showed better results when compared to other approaches, such as stretching and ultrasound. Both whole body vibration and local vibration showed positive results.

Conclusion: Vibration plays a relevant role in the intervention in in persons with delayed-onset muscle soreness, and there is not a single method of intervention, and there are several possible approaches with positive results.

Keywords: vibration, vibration training, whole body vibration, delayed-onset muscle soreness, DOMS.

Índice geral

Capítulo I. Introdução.....	1
Enquadramento teórico.....	2
1.Sensação retardada de desconforto muscular.....	2
2. Vibração.....	4
3. Exercício e Lesão muscular.....	5
4. Fadiga muscular.....	6
5.Sistema nervoso central no processo da fadiga muscular.....	7
6. Alterações causadas pela Vibração	
• 6.1 Estruturas musculoesqueléticas.....	9
• 6.2 Efeito hormonal.....	10
• 6.3 Neuromuscular e endócrino.....	10
• 6.4 Sistema circulatório.....	11
7. Efeito da vibração.....	12
8. Vibração e Sensação retardada de desconforto muscular.....	14
Capítulo II. Metodologia.....	17
1. Tipo de estudo.....	17
2. Estratégias de pesquisa.....	18
3. Objetivo do estudo.....	19
4. Critérios de elegibilidade.....	20
5. Análise da qualidade metodológica dos estudos.....	20
Capítulo III. Resultados.....	21
1. Seleção dos estudos.....	21
3. Sumário da síntese qualitativa dos estudos incluídos.....	25

Capítulo IV. Discussão.....	30
1. Vibração de corpo inteiro.....	31
2. Vibração na área da prevenção.....	32
3. Vibração vs Alongamento.....	32
4. Força.....	33
5. Outras técnicas.....	35
6. Dor.....	36
7. Vibração e circulação sanguínea.....	37
8. Elastografia.....	39
9. Protocolos de exercício de dano muscular.....	40
10. Amostra.....	41
11. Vibração.....	41
12. Análise da qualidade metodológica.....	42
13. Limitações.....	43
Capítulo V. Conclusão.....	45
Referências Bibliográficas.....	46

Índice de Figuras

1. Figura 1: Escala de PEDro- Português (Portugal).....	21
2. Figura 2: Fluxograma de seleção dos estudos.....	22

Índice de Tabelas

1. Tabela 1: Resultados da avaliação da qualidade metodológica.....23
2. Tabela 2: Sumário dos estudos incluídos na síntese qualitativa.....25

Lista de Abreviaturas

DOMS- *Delayed onset muscle soreness*

GC- Grupo de controlo

GI- Grupo de intervenção

RCT- *Randomized controlled trial*

RM- *Repetition maximum*

I. Introdução

Delayed onset muscle soreness (DOMS) ou sensação retardada de desconforto muscular é uma das condicionantes que podem retardar o regresso à atividade física e inclusive impedir em alguns casos a prática de atividade física ou de um desporto, limitando a sua prática. Apesar de a sensação retardada de desconforto muscular ser bastante comum, não existe um consenso em relação às causas exatas ou a intervenção mais eficaz para a redução da sua sintomatologia (Nelson, 2013).

Perante esta situação seria importante estudar a eficácia de diferentes técnicas terapêuticas sobre a sensação retardada de desconforto muscular para analisar e comparar os resultados da intervenção e perceber os efeitos na redução da sua sintomatologia, no caso deste estudo o foco foi os parâmetros dor e força.

Em termos de intervenção estudos apontam para o repouso, gelo, medicamentos anti-inflamatórios, ultra-som, eletroestimulação, massagem e também a aplicação de vibração (Rhea et al., 2009).

A aplicação de vibração tem sido estudada no contexto da sensação retardada de desconforto muscular, derivado aos seus efeitos na melhoria do desempenho muscular através de efeitos no sistema neuromuscular e do sistema circulatório que permitem reduzir a sintomatologia e otimizar a recuperação (Martin et al., 1997; Vegar, 2014).

A vibração pode ser dividida em duas grandes categorias, vibração de corpo inteiro e vibração local, em que posteriormente é possível variar muito os parâmetros desta terapia, desde a frequência de aplicação, amplitude, o tempo de aplicação, o número de vezes que é aplicada e o momento em que é aplicada (Kerschman-Schindl et al., 2001).

Embora exista um grande número de estudos sobre a sensação retardada de desconforto muscular, o tratamento mais eficaz não parece pelo menos reunir um consenso. Recorrer a vibração parece funcionar tanto ao nível da prevenção como ao nível de tratamento.

Perante um grande número de estudos sobre a vibração na sensação retardada de desconforto muscular, com informações díspares é pretendido com este estudo aprofundar o conhecimento e afunilar algumas ideias para assim ajudar em estudos futuros a estudar de forma mais exata esta área.

Enquadramento teórico

1. Sensação retardada de desconforto muscular

A prática de atividade física ou de um desporto apresenta benefícios que contribuem para a saúde, como é o caso da prevenção de patologias cardiovasculares, prevenção de problemas oncológicos, diminuição dos níveis de stress, melhoria do humor e do bem-estar geral (Slack, 2006). No entanto, no momento em que ocorre um aumento da atividade física, da intensidade, o início da prática de uma nova modalidade ou o aumento do volume de exercício já realizado, estas situações podem proporcionar possíveis problemas como a fadiga, lesão ou fraqueza muscular (Wheeler e Jacobson, 2013). Logo o trabalho da prevenção e gestão destes pontos são fundamentais para melhorar os resultados de aptidão física e bem-estar geral (Slack, 2006).

A sensação retardada de desconforto muscular está ligada a prática de exercício com uma intensidade fora do habitual, o que por consequência provoca um dano muscular que normalmente acontece perante a realização de exercício excêntrico, com picos de sintomatologia a ocorrerem entre as 24 e 48 horas após o exercício e que normalmente desaparece e volta ao normal após 5 a 7 dias (Aminian-Far et al., 2011).

A região de maior sensação de desconforto ocorre principalmente na parte mais distal da estrutura muscular, a nível da região miotendinosa a partir do qual se propaga para o resto da estrutura (Cheung et al., 2003). No qual se vai manifestar com sintomatologia de dor muscular durante o movimento ou toque (MacIntyre et al., 1995). Para além da dor, sintomas da sensação retardada de desconforto muscular incluem rigidez, perda de força, diminuição de amplitude de movimento, inchaço e propriocepção alterada (MacIntyre et al., 1995).

Existem diversas teorias relativas à origem da sensação retardada de desconforto muscular, sendo que estas incluem a ocorrência de espasmo muscular, lesão do tecido conjuntivo, processo inflamatório, presença de ácido láctico e alterações em termos de enzimas (Mizumura, 2008). Nenhuma destas teorias mostrou relevância suficiente para explicar o atraso no aparecimento da dor muscular. Diversos investigadores encaram a sensação retardada de desconforto muscular como uma série de eventos e integram ideias de cada teoria como parte de um fenómeno coerente (Wheeler e Jacobson, 2013).

A dor muscular pode se revelar como bastante inquietante e difícil suportar, principalmente quando abordamos a situação de atletas que procuram um estado de perfeição para obter os melhores resultados possíveis (Rhea et al., 2009). Como já foi referido os picos de sintomatologia a ocorrerem entre as 24 e 48 horas após o exercício e normalmente desaparece e volta ao normal após 5 a 7 dias. Para diversos atletas, estes períodos de tempo que podem aparentar curtos, podem comprometer a sua campanha e resultados conseguidos. Várias estratégias com objetivo da recuperação muscular têm sido utilizadas para minimizar a sintomatologia provocada pelo exercício físico (William et al., 1992).

Normalmente, a sensação retardada de desconforto muscular pode ser evidenciada através de alterações das capacidades das estruturas musculares, tanto em flexibilidade como em força (Rhea et al., 2009).

A sensação retardada de desconforto muscular já é descrita há muitos anos, sendo classificada como uma lesão por esforço muscular de tipo I (Gulick et al., 1996; Safran et al., 1989) no qual os alguns dos sintomas são alterações na sensibilidade e rigidez na palpação ou movimento (Gulick et al., 1996). Segundo Armstrong et al. (1993), a sintomatologia provocada por um protocolo de exercício de dano muscular pode variar bastante na sua intensidade, podendo variar desde uma ligeira rigidez muscular, que acaba por desaparecer durante as atividades do quotidiano, até uma sintomatologia severa e que limita o movimento e a força.

Em termos de alterações de sensibilidade, esta concentra-se normalmente na porção distal do músculo (Armstrong, 1984; Armstrong et al., 1993; Garrett, 1990; Garrett, 1996; MacIntyre et al., 1995; Noonan et al., 1992) e torna-se progressivamente difusa entre as 24 e 48 horas após realizar exercício (MacIntyre et al., 1995). Esta localização mais específica da dor pode ser atribuída a uma elevada concentração de recetores de dor muscular no tecido conjuntivo da região miotendinosa (Newham et al., 1982).

A junção miotendinosa tem a característica de possuir na sua estrutura uma membrana contínua, amplamente dobrada e interligada com as células musculares (Noonan et al., 1992). A disposição oblíqua destas fibras musculares imediatamente antes da junção miotendinosa reduzem a sua capacidade de resistir a forças de tensão elevadas (Friden et al., 1986; Noonan et al., 1992; Tidball, 1991). Por consequência, o elemento contrátil das

fibras musculares na junção miotendinosa é mais vulnerável a danos perante esforços elevados.

2 Vibração

Durante este milénio, foi sendo introduzida uma terapia através da aplicação de ondas mecânicas por todo o corpo, chamada de *whole-body vibration* ou vibração de corpo inteiro, com o objetivo de aumentar a capacidade muscular de gerar forças no corpo humano (Cardinale et al., 2006; Carson et al., 2010; Delechuse et al., 2003). A vibração de corpo inteiro tem a capacidade de conseguir uma ativação dos músculos, mecanicamente através da resposta reflexa (Marin et al., 2009; Merriman et al., 2009).

Sabendo que a vibração de corpo inteiro apresenta a capacidade de aumentar a função muscular, é possível equacionar a efetividade desta técnica na prevenção de lesões musculares, uma vez que consegue um aumento da sincronização das unidades motoras, o que permite uma redução o stress durante o período de exercício em contração excêntrica (Elmantaser et al., 2012).

Em 2007, um estudo de Bakhtiary et al. (2007) analisou os efeitos benéficos da aplicação de vibração antes da prática de exercício para reduzir os sintomas da sensação retardada de desconforto muscular em indivíduos sedentários. Foi evidenciada uma redução significativa da dor muscular no grupo que aplicou vibração, mesmo assim foi sugerido a realização de mais estudos, principalmente numa amostra composta por atletas devido às diferenças de nível de forma (Bakhtiary et al., 2007).

A Atefh et al. (2011) também realizou uma investigação onde analisou a eficiência da vibração de corpo inteiro, aplicada antes do exercício, em indivíduos sedentários. Foi reportada uma redução da dor e uma redução nos níveis de creatina kinase, embora não tenham encontrado alguma alteração na flexibilidade. Também neste caso foi sugerido a realização de estudos em atletas ou pessoas fisicamente ativas para perceber o efeito desta terapia numa população com uma condição muscular diferente.

Um estudo desenvolvido por Wheeler e Jacobson (2013) testou a efetividade da vibração através de uma plataforma sobre a redução da sintomatologia provocada pela sensação retardada de desconforto muscular, provocada por dois tipos diferentes de treino: alta e baixa intensidade. O estudo foi realizado em jovens sedentários e estes foram divididos

em dois grupos, o de controlo e o que realizava vibração de corpo inteiro, após a realização do treino. Foram analisados os efeitos do treino sobre a flexibilidade e a dor muscular, que no caso da dor foi avaliada através da aplicação da escala visual analógica da dor. As medidas foram realizadas imediatamente após a aplicação de vibração de corpo inteiro ao longo de quatro dias consecutivos. Como resultado, verificaram a eficiência desta terapia na redução da sintomatologia, tanto no grupo de exercício de alta intensidade como no grupo de baixa intensidade

3 Exercício e Lesão muscular

A sensação retardada de desconforto muscular sempre esteve mais associada a prática de atividades físicas invulgares que envolviam uma intensidade ou volume fora do habitual para o praticante (Cheung et al., 2003). A quantificação da intensidade do desconforto aumenta nas primeiras 24 horas, após o fim da atividade, atingindo o seu pico entre as 24 e 72 horas (Gleeson et al., 1998) e, dependendo do seu nível de gravidade, pode chegar a perdurar até de 7 a 10 dias antes de desaparecer na plenitude (Cheung et al., 2003).

Os processos que levam a lesão muscular, associada à sensação retardada de desconforto muscular, já foi analisado diversas vezes ao longo dos anos. Este dano parece ter origem em alterações metabólicas e alterações mecânicas, que por consequência causam uma resposta inflamatória e stress oxidativo (Clarkson e Sayers, 1999). Também mediadores inflamatórios e a síntese de proteínas da fase aguda aparentemente apresentam um papel importante na reparação desta lesão (Clarkson et al., 1999).

Aparentemente o exercício excêntrico pode afetar pessoas sem rotinas de treino ou prática de exercício físico, no entanto também o desempenho de atletas que participam em competições de níveis mais elevados parece ser prejudicado, especialmente em momentos em que não está a decorrer a época de competição, em que ocorre uma redução da potência máxima, diminuição da amplitude do movimento, aumento da sensibilidade, dor muscular, edema, rigidez muscular e um aumento das proteínas musculares no sangue (Sayers e Clarkson, 2001).

A contração muscular do tipo excêntrica pode induzir a lesões musculoesqueléticas (Friden et al., 1983; Crameri et al., 2007), que podem se evidenciar através de um conjunto vasto de sinais ou sintomas. É sabido também que estes sintomas se desenvolvem em diferentes níveis nos indivíduos, incluindo a sensação retardada de

desconforto muscular, inchaço, diminuição da amplitude de movimento, disfunção muscular prolongada e fuga de proteínas musculares para a circulação sanguínea (Chen et al., 2011; Clarkson et al., 1992; Proske et al., 2005).

Efetivamente, diferentes estudos abordam o perfil de lesão ou o curso temporal da evolução das alterações em alguns outcomes após a prática de um protocolo de exercício que provoca o dano muscular, apresentam uma variação entre os músculos após realizar exercício excêntrico em pessoas que não praticam de forma recorrente (Chen et al., 2011; Jamurtas et al., 2005).

No caso de um estudo de Chen et al. (2011), eles compararam o perfil de uma lesão em quatro grupos musculares dos membros em simultâneo nos mesmos indivíduos. Os resultados demonstraram que os flexores de cotovelo e os extensores são igualmente mais propícios a ocorrência de lesão muscular do que os músculos dos membros inferiores, mas as alterações nas medidas analisadas foram menores para os extensores do joelho em comparação com os flexores do joelho. Isto permite sugerir que os resultados de um estudo aplicado no membro superior não devem ser diretamente extrapolados para os membros inferiores.

4 Fadiga muscular

Uma característica comum nos músculos dos mamíferos é eles serem capazes de gerar níveis significativos de força quando são adequadamente requisitados. No entanto, na tentativa repetida de produzir força ou potência equivalente é inevitável a ocorrência de falhas, que são caracterizadas por uma deficiência aguda e progressiva no desempenho, que pode persistir durante vários dias ou até mesmo semanas. Fadiga neuromuscular é o termo normalmente utilizado para descrever este fenómeno. A etiologia da fadiga muscular gerou interesse na comunidade científica ligada ao exercício físico há mais de um século, no entanto ainda não foram identificadas as causas e se atingiu um entendimento definitivo. As causas da ocorrência de fadiga derivado ao exercício incluem fatores centrais, ligados ao sistema nervoso central e fatores periféricos que incluem as estruturas contrateis (Ascensão et al., 2003).

Inclusive, o aparecimento de manifestações de fadiga têm sido bastante associadas ao declínio da potência muscular gerada durante e após os exercícios próximos da máxima capacidade de uma pessoa, que incluem também a incapacidade de manter uma

determinada intensidade de exercício durante um determinado período de tempo, a diminuição da taxa de contração e ao aumento do tempo de relaxamento muscular (Allen et al., 1995; Bangsbo, 1997; Davis et al., 1997; McKenna, 1992; Pagala et al., 1994; Sahlin, 1992).

Aparentemente, este fenômeno parece estar também associado com determinadas alterações em alguns parâmetros electromiográficos (Guével et al., 2000; Weir et al., 1999), mais precisamente na ocorrência de contrações isométricas ou dinâmicas, com uma intensidade submáxima ou máxima, que provoca variações nas concentrações intra e extracelulares de metabólitos e iões (Allen et al., 1995; Bangsbo, 1997; McKenna, 1992).

A situação da ocorrência da fadiga muscular também tem sido proposta como um mecanismo de proteção e segurança, para assim evitar possíveis efeitos de danificar a integridade da fibra muscular (Williams et al., 1995).

Efetivamente, a fadiga muscular poderá ocorrer devido a alterações do estado de equilíbrio e homeostasia do próprio músculo, de outra forma, o resultado de uma diminuição da potência contrátil do músculo, independentemente da velocidade de condução do impulso neural, normalmente denominada como fadiga, possui uma origem predominantemente periférica. Pode também ser o resultado de alterações a nível neural que atingem o músculo, através de uma redução progressiva da velocidade e frequência da condução do impulso nervoso para os motoneurónios durante o exercício, e neste caso é possível caracterizar a fadiga com uma origem predominantemente central (Davis, 1995; Davis et al., 1997; Fitts et al., 1988).

É importante realçar que a fadiga muscular depende de diferentes pontos, como a duração e intensidade do exercício, tipo de treino, da tipologia das fibras musculares recrutadas, do nível de forma da pessoa e das condições ambientais de realização do exercício (Davis e Fitts, 2001; Enoka et al., 1992; Fitts et al., 1988; Roberts et al., 1989).

5 Sistema nervoso central no processo da fadiga muscular

Em relação a importância do sistema nervoso na fadiga, por vezes foi afirmado que a diminuição da atividade nervosa na condução dos impulsos, não representava um fator para a ocorrência de fadiga. No entanto, estudos mais recentes parecem indicar a

existência de um *feedback* sensorial que inibe os motoneurónios, justificando a importância de mecanismos centrais na manutenção de um determinado nível de potência (Davis et al., 1997; Davis et al., 2001; Gandevia, 2001).

Apesar de tudo, não parece ser colocada de lado a importante contribuição do déficit na condução de impulsos das regiões cerebrais superiores como causa de fadiga. Técnicas mais recentes de estimulação magnética transcraniana obtiveram resultados que suportam evidências sobre o papel dos mecanismos superiores do sistema nervoso central na fadiga, principalmente numa redução da atividade cortical, bem como na ativação de áreas cerebrais que levam a uma maior produção de dopamina (Davis et al., 1997; Davis et al., 2001; Gandevia, 2001; Taylor et al., 2000).

É possível distinguir facilmente dois tipos de fadiga de origem periférica: fadiga de baixa frequência e a fadiga de alta frequência (Segersted et al., 2000)

A fadiga de baixa frequência é caracterizada por uma grave diminuição da potência gerada pelas fibras, quando estimuladas a baixa frequência (10-30Hz), em comparação com a estimulação frequências altas (100Hz), possui ainda uma recuperação mais demorada da potência e persistência dos sinais de fadiga, através da diminuição de cerca de 15-20% da tensão máxima gerada pela fibra desde a primeira hora de recuperação, na ausência de perturbações elétricas ou metabólicas significativas (Binder-Macleod et al., 1999; Chin et al., 1997; Favero, 1999; Segersted et al., 2000). Uma nota importante a ter em conta é que este tipo de fadiga não é causado apenas pela realização de exercícios com baixas frequências de estimulação (Binder-Macleod et al., 1999).

Aparentemente, a fadiga de baixa frequência é caracterizada principalmente pela sua duração, que pode ser de horas ou dias (Chin et al., 1997). Na situação da recuperação, segundo estudos, ligada com a taxa de renovação de substâncias proteicas necessárias para a regeneração e reparação das estruturas musculares lesionadas durante e após a prática de exercício. (Binder-Macleod et al., 1999; Chin et al., 1996; Segersted et al., 2000).

6 Alterações causadas pela Vibração

6.1 Estruturas musculoesqueléticas

A estrutura muscular é um tecido que apresenta a característica de conseguir alterar a sua função mediante a ocorrência de diferentes estímulos. O efeito do exercício sobre a função muscular é muito importante. Numa situação normal, os músculos podem manter a sua função em condições de trabalho comum. No entanto, se a carga diminuir, ocorre uma diminuição da massa muscular e da capacidade de produção de força. No sentido oposto, o aumento da carga leva a um aumento da área da secção transversal do músculo e, portanto, a um aumento da capacidade de produzir força muscular (Fitts et al., 2003).

O efeito do treino com vibração na ativação muscular pode ser capaz de atingir os mesmos objetivos em termos de ganhos de força que um treino de força convencional. O efeito semelhante estará provavelmente ligado com as características de carga induzidas pela vibração, como é possível observar nos exercícios pliométricos e no treino com pesos, que provocam um aumento da carga gravitacional no sistema neuromuscular (Cardinale et al., 2003).

A aplicação de vibração causa efeitos mecânicos, com alterações rápidas e de curto prazo no comprimento das estruturas mioendinosas. Este estímulo afeta os recetores sensoriais, que estimulam o sistema neuromuscular para acionar a atividade reflexa e, no caso de o estímulo da vibração for de duração relativamente curta, promove uma ativação muscular voluntária mais efetiva e mais eficiente. A relevância destes diferentes mecanismos pode ser avaliada através da análise dos efeitos da vibração na estimulação magnética transcraniana e do reflexo *Hoffman*. Neste caso, é importante compreender os mecanismos responsáveis pelo desempenho físico durante a aplicação de vibração (Cardinale e Bosco, 2003). A utilização de vibração de uma forma estática e dinâmica em plataformas vibratórias tem sido utilizada para analisar os efeitos desta terapia com objetivo de compreender as respostas de diferentes sistemas fisiológicos (Cardinale et al., 2006).

A vibração pode ser utilizada com o objetivo de acelerar mecanicamente o esqueleto apendicular e axial para promover o crescimento da massa óssea. A aplicação de vibração demonstrou ser eficaz no aumento da massa óssea em indivíduos com baixa densidade óssea, principalmente em adolescentes e idosos (Prisby et al., 2008). Alguns protocolos

que aplicaram a vibração mostraram aumentar a densidade óssea utilizando frequências entre 17-90 Hz e durações de 9-30 minutos (Christiansen e Silva, 2006).

6.2 Efeito hormonal

Aparentemente a vibração causa uma resposta hormonal, em que segundo o estudo de Bosco et al. (2000), a aplicação de vibração por 10 minutos, numa plataforma com uma frequência de 26 Hz, contribuiu para um aumento da capacidade de salto vertical, mas também um aumento da testosterona, da hormona de crescimento, e uma diminuição do cortisol em indivíduos jovens e fisicamente ativos, evidenciando assim os efeitos do treino vibratório no sistema endócrino apesar da ausência de condições de controlo.

No estudo de Di Loreto et al (2004) foi realizado um estudo experimental randomizado controlado em que foi aplicada vibração ao longo de 10 minutos numa plataforma semelhante ao estudo anterior com uma frequência de 30 Hz e com uma amostra de dez pessoas saudáveis. Os resultados evidenciaram uma redução nas concentrações de glucose plasmática e noradrenalina, mas causaram alterações na hormona de crescimento.

6.3 Neuromuscular e endócrino

A vibração apresenta um efeito nos sistemas neuromusculares e endócrinos e estão associados a um aumento da carga gravitacional de uma pessoa de pé numa plataforma vibratória (Cardinale e Bosco, 2003; Crewther et al., 2004). O aumento da carga gravitacional propõe que estas situações sejam próximas a um treino de resistência comum. Vários estudos mostraram aumentos agudos nas concentrações de hormonas anabolizantes após realizar apenas um único treino de resistência (Cardinale et al., 2006).

No período em que é aplicada a vibração, a pele é o primeiro tecido a receber os estímulos produzidos pela vibração. Quando a vibração é transmitida através de uma plataforma em que uma pessoa se encontra numa posição bípede, a pele do pé contém uma série de mecanorreceptores que podem transmitir esta informação para o sistema nervoso central. A transmissão neural é mediada por fibras sensoriais aferentes, que podem ser divididas em dois tipos de recetores, adaptativos lentos e rápidos. Os recetores adaptativos lentos permitem uma resposta estável à estimulação estática. No sentido oposto, os recetores adaptativos rápidos respondem à rápida aplicação e remoção do estímulo vibratório e são altamente sensíveis à vibração mecânica (Sonza et al., 2013).

A vibração localizada pode proporcionar benefícios no desempenho neuromuscular em atletas que pretendem maximizar o seu desempenho (Luo et al., 2005). A vibração consegue estimular ativa e passivamente estruturas como a fáscia, tendões e elementos do citoesqueleto (Albasini et al., 2010).

A descarga aferente de mecanorreceptores de adaptação rápida é normalmente muito afetada pela vibração. A sensibilidade ao toque e a pressão causada pela vibração diminuem após a aplicação da mesma. Após 10 minutos de exposição à vibração, demora geralmente 2 a 3 horas para recuperar a sensibilidade tátil básica nos pés (Sonza et al., 2013).

O desempenho neuromuscular parece ser influenciado por alguns fatores, sendo os principais: as características da vibração, protocolo de vibração, frequência, amplitude e treino realizado. A intensidade da vibração no sistema neuromuscular é principalmente determinada pela frequência e amplitude da vibração. Na maioria dos estudos, a frequência utilizada situa-se entre 20 e 45 Hz e a amplitude entre 1 e 5 mm (Luo et al., 2005).

6.4 Sistema circulatório

Segundo Warman et al. (2002), a vibração localizada favorece a vasodilatação, produzindo assim um aumento da temperatura muscular. No estudo de Hazell et al. (2008) foi relatado um aumento da temperatura da pele na coxa após 16 minutos de vibração intermitente com uma frequência de 45 Hz e uma amplitude de 2 mm. O aumento da temperatura da pele deveu-se ao reflexo da contração muscular, levando a alterações no comprimento das fibras musculares, o que por sua vez aumentou o fluxo sanguíneo e a dissipação de calor através da pele. Alguns autores sugeriram que a aplicação de vibração pode ser usada como uma técnica de condicionamento baseada em observações dos efeitos do treino vibratório no aumento da altura do salto vertical, promovendo assim a utilização da vibração antes do treino (Bazett-Jones et al., 2008; Cormie et al., 2006;).

Já existem estudos que mostram que o aumento da frequência de 10 Hz para 30 Hz aumenta significativamente a velocidade média das células sanguíneas na artéria femoral, com um aumento de aproximadamente 50% a 30 Hz em comparação com outros níveis (Lythgo et al., 2009). Além disso, Lohman et al. (2007) apresentou um aumento

significativo do fluxo sanguíneo nos membros inferiores após 10 minutos de aplicação de vibração.

Em diferentes estudos já foram observadas respostas cardiovasculares e metabólicas durante o exercício sentado numa plataforma vibratória, propondo assim o efeito que a vibração pode ter no sistema cardiovascular (Kersch-Schindl et al., 2001 ;Rittweger et al., 2000).

Após a aplicação da vibração um dos efeitos que os participantes sentiram foi uma sensação de calor nos seus membros inferiores e comichão causada por intensa vibração. Foi equacionada a hipótese que a mobilidade poderia aumentar após a vibração devido a um aumento da temperatura muscular (Issurin et al., 1994). Estudos mais recentes concluíram que a temperatura da face anterior da coxa após aplicação de vibração por pouco tempo numa posição isométrica do joelho a 45° de flexão diminuiu significativamente devido à diminuição do fluxo sanguíneo para a pele em resposta ao aumento da atividade muscular (Seixas et al., 2012).

7 Efeito da vibração

A resposta de uma pessoa à vibração pode variar mesmo sendo aplicada a mesma frequência, o que significa que uma determinada frequência de vibração pode desencadear ou não respostas reflexas em todo o corpo (Cardinale e Lim, 2003). Por exemplo, a vibração de alta frequência pode reduzir a sincronização das unidades motoras e assim afetar de forma negativa o desempenho neuromuscular esperado (Martin et al., 1997).

No estudo de Abercromby et al. (2007) foi apresentado que quando a vibração foi aplicada em diferentes ângulos de flexão joelho durante a fase aguda, observou-se uma maior resposta neuromuscular em ângulos articulares entre 10° e 15° do que entre 30° e 35°. Portanto, as vibrações mecânicas podem afetar o desempenho do salto vertical em diferentes ângulos e velocidades de articulação. O treino com cargas elevadas ou a prática de exercícios excêntricos repetitivos causam alterações e dano na estrutura do sarcômero, levando a um processo inflamatório local, dor muscular e diminuição da função e desempenho muscular (Byrne et al. 2004).

As plataformas de vibração têm sido apresentadas em muitos estudos como um método para melhorar a flexibilidade, resistência e força muscular (Cronin et al., 2008; Issurin et al., 1994; Issurin et al., 1999; Jacobs et al., 2009; Leggs e Hooker, 2004; Rauch, 2009; Stannard, 2005; Sands et al., 2006; Van Den Tillaar, 2006).

A vibração apresenta benefícios em termos de performance, com estudos a evidenciar melhorias imediatas como foi o caso do estudo de Issurin e Tenenbaum (1999) que evidenciou melhorias significativas no desempenho médio e máximo numa amostra de 28 estudantes de educação física com idades compreendidas entre os 18 e 42 anos, com melhorias na potencia máxima e média a rondar os 10%.

Foi sugerido que a aplicação de vibração de baixa frequência a curto prazo permite a atletas manterem a atividade neuromuscular a intensidades mais elevadas. O que segundo um estudo sobre jogadores de futebol permite reduzir o risco de lesões, pois o que acontece normalmente é que a força excêntrica dos flexores da anca diminui durante os jogos de futebol de alto rendimento o que eleva o risco de lesão (Lovell et al., 2013).

Vários estudos sobre a vibração no corpo humano permitiram perceber que o corpo humano apresenta diversas respostas de diferentes estruturas à aplicação de vibração.

1. Estruturas musculares e tendinosas: A aplicação de vibração no treino implica uma transição cíclica entre as contrações excêntricas e concêntricas dos músculos e também que o complexo do miotendinoso, no caso dos gastrocnémios, é alongado cerca de 1% do seu comprimento total quando aplicada uma vibração de 6 Hz (Loram, Stannard e Rittweger, 2009).
2. Resposta Neurofisiológica: A vibração muscular passiva promove a contração reflexa, também conhecido como o reflexo tónico. Após a aplicação da vibração localmente num músculo, o reflexo de *Hoffman* continua a ser reduzido nos primeiros minutos. Resultados de estudos foram concluídos não serem consensuais em relação ao reflexo miotático, com alguns estudos apresentarem melhorias e outros nem por isso. Os fusos musculares aparentam ser menos reativos após a aplicação da vibração. Após a aplicação de vibração, ocorreu um aumento do reflexo, os detalhes e mecanismos exatos deste aumento são ainda indeterminados (Rauch et al., 2009).

3. Eletromiografia: Hagbarth et al. (1969) apresentaram a conclusão que a atividade motora aumenta durante as contrações submáximas, mas o mesmo não se verificou nas contrações máximas com a aplicação da vibração. Diversos fatores são apontados como causa, como por exemplo, pela inibição dos órgãos tendinosos de Golgi, devido à utilização de elevados níveis de força.
4. Recetores Cutâneos: As sensações de pressão e toque são mascaradas durante a aplicação da vibração, e também no momento pós-vibração. Mecanorreceptores cutâneos aferentes apresentam níveis de estimulação elevados durante muitos minutos no momento pós-vibração, sendo apontada como a razão fisiológica para o aparecimento de formigueiro frequentemente sentido depois de aplicar vibração. Com base na teoria da inibição segmentar (teoria do portão), podemos levantar a hipótese de que a vibração tem um forte impacto sobre a descarga de afluentes dos mecanorreceptores e fusos musculares de adaptação rápida, tornando-se assim uma atenuante eficaz da dor (Wheeler et al., 2013).
5. Perceção da Dor: A vibração pode ser aplicada como neuroestimulação elétrica transcutânea (TENS) para reduzir a perceção da dor. A aplicação de vibração apresentou uma diminuição da dor em 70% dos pacientes com dores músculo-esqueléticas agudas e crónicas e a vibração com uma frequência de 80 Hz demonstrou reduzir a dor causada pela tensão muscular (Weerakkody et al., 2001).

8 Vibração e Sensação retardada de desconforto muscular

A vibração é uma terapia que se tem mostrado eficaz no campo da reabilitação. A terapia da vibração melhora a força muscular, o desenvolvimento de potência, o aumento da flexibilidade e a sincronização das unidades motoras. Diversos estudos evidenciam a eficácia da terapia de vibração na atenuação da sensação retardada de desconforto muscular, explicam através de um estudo experimental que é possível gerir a sintomatologia através da vibração nos músculos flexores do cotovelo, em que ocorreu uma diminuição da dor muscular, aumentou a amplitude de movimento e aumentou o fluxo sanguíneo (Koeda et al., 2003).

Esta técnica é utilizada para prevenir a lesão da estrutura muscular antes do exercício, já que a tensão provocada pelos exercícios excêntricos é bastante elevada e assim previne a

sintomatologia da sensação retardada de desconforto muscular. Após o exercício pode ser verificado um aumento do número de neutrófilos o que beneficia no combate do processo inflamatório (Broadbent et al., 2010).

A vibração parece ser uma opção viável nas fases iniciais de reabilitação, onde são necessários baixos níveis de força muscular devido à mobilidade articular limitada. A aplicação da vibração de corpo inteiro em pessoas que foi provocada a sensação retardada de desconforto muscular em comparação com um grupo que aplicou ultrassom, o grupo que aplicou vibração apresentou um *score* mais baixo na escala visual de dor, mostrando assim uma maior eficácia (Mischi et al., 2009).

Verificou-se eficaz na redução da sensação retardada de desconforto muscular e na recuperação da amplitude de movimento, a aplicação de vibração de corpo inteiro após realizar um protocolo de dano muscular de exercício excêntrico. Já a perimetria, força muscular e os níveis de creatina kinase não apresentaram melhorias. Recorrer a baixas frequências (5Hz) na vibração de corpo inteiro mostrou ter bons resultados na redução da dor e espasmo muscular. Já uma plataforma iTonic com uma frequência de 35 Hz e amplitude de 2 mm, permitiu uma redução da dor e da rigidez muscular (Nelson, 2011).

Aminian-Far A et al. (2011) concluíram que a utilização de vibração de corpo inteiro, depois de um plano de exercício excêntrico, promoveu uma redução da sintomatologia provocada pela sensação retardada de desconforto muscular, como são os casos da perda de força isométrica e isocinética voluntária máxima, o nível de creatina kinase, o limiar de dor a pressão e a dor muscular, eram menores do que no grupo de controlo. (Aminian-Far et al., 2011).

No grupo em que não se aplicou a técnica de vibração, evidenciou uma diminuição da força máxima voluntária e uma redução do limiar de dor à pressão e um aumento significativo da sintomatologia em comparação com o grupo que aplicou vibração, que permite concluir os efeitos positivos da vibração antes do exercício excêntrico, sendo eficaz na prevenção e gestão dos sintomas (Bakhtiary et al., 2007).

Analisando pesquisas efetuadas ao longo do tempo, é possível propor que a vibração pode causar um aumento da função proprioceptiva, neuromuscular, da força, prevenir a atrofia muscular, melhorar a estabilidade articular devido à prevenção da atrofia muscular, melhorar a flexibilidade, diminuição da dor, prevenir as perdas de massa óssea, aumentar

do fluxo sanguíneo e da absorção de oxigênio, proporcionar potenciais respostas hormonais que levam à redução da dor e ainda melhorias em termos de drenagem linfática (Halsberghe, 2010).

A aplicação de vibração parece ser uma proposta de intervenção eficaz como tratamento e prevenção da sensação retardada de desconforto muscular, melhorando o desempenho físico e prevenir eventuais lesões. A presença de sintomatologia pode causar dor e desconforto que podem condicionar e até impedir a normal realização de um treino ou atividade física, mas também limitar a performance de um atleta de elite ou condicionar as atividades de vida diária de uma pessoa sedentária.

Com base nas pesquisas, pode ser implícito que a aplicação de vibração aumenta a função neuromuscular, proprioceptiva, aumenta a força muscular, diminui a dor, afeta o sistema circulatório e proporciona respostas hormonais que levam à gestão da sintomatologia. No entanto, não são assim tantos os estudos realizados a este respeito e, por conseguinte, é esperado que este estudo possa ajudar e preparar terreno para novas investigações no futuro.

II. Metodologia

1. Tipo de estudo

O seguinte estudo trata-se de uma revisão sistemática, conseguida mediante a realização de uma pesquisa computadorizada em diferentes bases de dados.

Uma revisão sistemática pode ser definida como uma síntese de pesquisa, realizada por investigadores com competências, que se propõe a identificar e utilizar evidências relevantes para uma ou mais questões específicas e a avaliar e sintetizar os resultados de uma pesquisa para apoiar a prática, teórica e até futuras investigações (Pearson, 2014).

Este tipo de estudo utiliza um processo estruturado já definido que necessita de métodos rigorosos para desta forma assegurar que em simultâneo os resultados sejam significativos e com boa fiabilidade. Estes estudos são bastante utilizados na área da saúde, pois são importantes para a divulgação dos mais recentes resultados de diversas áreas, bem como a formação de *guidelines*.

Uma das utilidades da revisão sistemática é poder suportar ou não se alguma prática atual se baseia ou não em resultados relevantes, poder abordar a qualidade dos resultados e responder a eventuais dúvidas ou incertezas da prática clínica. Estas dúvidas podem surgir por estudos com resultados contraditórios, por isso a relevância de uma revisão sistemática.

Outro ponto importante deste tipo de estudo será a identificação de lacunas ou falta de evidência em certas áreas de estudo e assim servir de base para impulsionar a realização de mais estudos nessas áreas (Munn et al., 2018)

Sendo assim, de uma forma geral existem indicações para a elaboração de uma revisão sistemática:

1. Encontrar evidencia internacional
2. Confirmar a prática atual, identificar novos resultados e analisar as suas variações
3. Identificar áreas de investigação futura
4. Identificar e analisar resultados contraditórios
5. Elaborar orientações para a tomada de decisão (Munn et al., 2018)

2. Estratégias de pesquisa

Para a elaboração desta revisão sistemática foi elaborada uma pesquisa de estudos nas seguintes bases de dados: *Cochrane (CENTRAL)*, *LILACS*, *PEDro*, *Pubmed Sportdiscus*, *SCIELO* e *Web of Science*.

Para ser possível identificar a melhor evidência, bem como a adequada para o este estudo, é necessário elaborar uma questão clínica, para tal foi usada a estratégia PICO. Este acrónimo representa as palavras, *Patient or Problem*, *Intervention*, *Comparison* e *Outcome*, estes quatro componentes acabam por se tornar fundamentais na elaboração da questão clínica tendo em noção a prática baseada na evidencia:

1. “P” representa a população alvo ou o problema, condição ou patologia em estudo.
2. “I” diz respeito a intervenção aplicada que poderá ser terapêutica, preventiva, diagnóstico, prognóstico, administrativo ou económico.
3. “C” demonstra a intervenção standard, a mais usada ou apenas o controlo
4. “O” são os resultados esperados nos parâmetros estudados (Santos, Pereira e Nobre, 2007)

Perante isto:

1. *Patient or Problem*: Sensação retardada de desconforto muscular
2. *Intervention*: Vibração
3. *Comparison*: Apenas se compara com grupos de controlo ou placebo
4. *Outcome*: Força e dor

Anteriormente a realização da pesquisa dos estudos, é fundamental identificar as palavras chave da pesquisa com base na terminologia da mesma:

1. “*Vibration*”: ou vibração
2. “*Vibration training*”: ou treino de vibração
3. “*Whole body vibration*”: ou vibração de corpo inteiro
4. “*Delayed-onset muscle soreness*” ou “*DOMS*”: ou sensação retardada de desconforto muscular

Compreender o efeito da aplicação da vibração nas consequências causadas pela sensação retardada de desconforto muscular, foi o ponto inicial para a realização da uma pesquisa

independente em todas as bases de dados já referidas, combinando as palavras-chave e utilizando os operadores de lógica (AND) e (OR).

Perante isto a combinação das palavras-chave permitiu formar a seguinte equação de pesquisa: ("*vibration*" OR "*vibration training*" OR "*whole body vibration*") AND ("*delayed-onset muscle soreness*" OR "*doms*"). Derivado as características da base de dados PEDro foi realizada uma pesquisa independente com a expressão "*vibration delayed-onset muscle soreness*".

A pesquisa ocorreu ao longo do mês de março de 2022.

3. Objetivos do estudo

Objetivo geral: estudar o efeito da vibração na dor e força em participantes com sensação retardada de desconforto muscular

4. Critérios de elegibilidade

Critérios de inclusão:

1. Estudos experimentais randomizados controlados.
2. Estudos em inglês, português, francês ou espanhol.
3. Estudos que apliquem a vibração (de corpo inteiro ou local).
4. Estudos que avaliem a dor e/ou força.
5. Estudos em que seja provocada a sensação retardada de desconforto muscular.
6. Estudos em que exista grupo controle
7. Estudos com objetivo de estudar a vibração como forma de tratamento para a redução dos sintomas provocados pela sensação retardada de desconforto muscular.

Critérios de exclusão:

1. Estudos que contenham participantes com outras patologias, músculo-esqueléticas ou neurológicas.
2. Estudos que apliquem vibração manual.
3. Estudos em que não seja descrito como foi provocado a sensação retardada de desconforto muscular.
4. Estudos que não descrevam como foi aplicada a vibração.

5. Análise da qualidade metodológica dos estudos

A escala *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro) foi escolhida como instrumento de avaliação, para assim classificar os estudos que integram esta revisão sistemática na sua qualidade metodológica. Esta escala é composta por um número de critérios no qual se o estudo sob avaliação cumprir esse critério é lhe atribuído um ponto e assim no final é possível obter uma pontuação final até 10.

Os critérios são:

1. Os critérios de elegibilidade estavam presentes.
2. Ocorrência de uma alocação aleatória.
3. Ocorrência de uma alocação oculta (“*concealed allocation*”).
4. Os grupos apresentavam semelhanças nos indicadores de prognóstico.
5. Os participantes estavam cegos na intervenção.
6. Os investigadores que aplicaram a terapia eram cegos e incapazes de perceber a distribuição pelos grupos.
7. Os investigadores que avaliaram pelo menos uma variável estavam cegos.
8. Os resultados de uma variável foram contabilizados em pelo menos 85% dos participantes.
9. Todos os participantes receberam uma condição experimental (intenção terapêutica) ou controlo.
10. Os resultados das comparações estatísticas intergrupo foram descritas em pelo menos uma variável.
11. O estudo apresenta medidas de variabilidade e avalia o efeito da intervenção.

A escala PEDro consegue obter a identificação dos fatores que evidenciam a força da validade interna (critérios 2-9) e sobre os dados estatísticos, são satisfatórios para ser possível a sua interpretação (critérios 10-11). Os critérios possuem duas respostas possíveis: “sim” caso seja cumprido o critério e “não” na situação de não cumprir o critério. A atribuição da pontuação só ocorre se o critério em análise for presente no estudo de forma explícita, nos casos de dúvida não é atribuída a pontuação do critério. Anotar que o primeiro critério da escala que aborda a validade externa não é utilizado para a pontuação final (Maher et al., 2003).

Escala de PEDro – Português (Portugal)

1. Os critérios de elegibilidade foram especificados	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
2. Os sujeitos foram aleatoriamente distribuídos por grupos (num estudo crossover, os sujeitos foram colocados em grupos de forma aleatória de acordo com o tratamento recebido)	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
3. A distribuição dos sujeitos foi cega	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
4. Inicialmente, os grupos eram semelhantes no que diz respeito aos indicadores de prognóstico mais importantes	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
5. Todos os sujeitos participaram de forma cega no estudo	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
6. Todos os fisioterapeutas que administraram a terapia fizeram-no de forma cega	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
7. Todos os avaliadores que mediram pelo menos um resultado-chave, fizeram-no de forma cega	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
8. Medições de pelo menos um resultado-chave foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos inicialmente distribuídos pelos grupos	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
9. Todos os sujeitos a partir dos quais se apresentaram medições de resultados receberam o tratamento ou a condição de controlo conforme a distribuição ou, quando não foi esse o caso, fez-se a análise dos dados para pelo menos um dos resultados-chave por "intenção de tratamento"	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
10. Os resultados das comparações estatísticas inter-grupos foram descritos para pelo menos um resultado-chave	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
11. O estudo apresenta tanto medidas de precisão como medidas de variabilidade para pelo menos um resultado-chave	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:

Figura 1: Escala de PEDro- Português (Portugal)

III. Resultados

Na sequência da investigação realizada, foram obtidos um total de 153 estudos, dos quais, após o procedimento de seleção ilustrado no fluxograma da figura 2, foram selecionados 15 estudos para inclusão na síntese qualitativa. Os estudos selecionados foram resumidos na tabela 2. Os estudos selecionados incluem um total de 432 participantes, com uma variação entre 16 e 60 participantes. Os dados referentes ao estudo, características da amostra, tipo de estudo, método de treino que potencia a lesão, tipo de vibração, *outcomes*, momentos de avaliação e resultados estão resumidos na tabela 2. Todos os estudos incluídos nesta revisão foram publicados após 2007 e o mais recente foi em 2021, sendo que a maior parte dos estudos foi publicada nos últimos 10 anos (80%).

1. Seleção dos estudos

O processo de seleção dos estudos que integram esta revisão sistemática é possível dividir em quatro momentos: a identificação dos estudos nas diferentes bases de dados selecionadas, a remoção dos duplicados e a aplicação dos critérios definidos tanto na fase de leitura do título e do *abstract* e na leitura integral do estudo

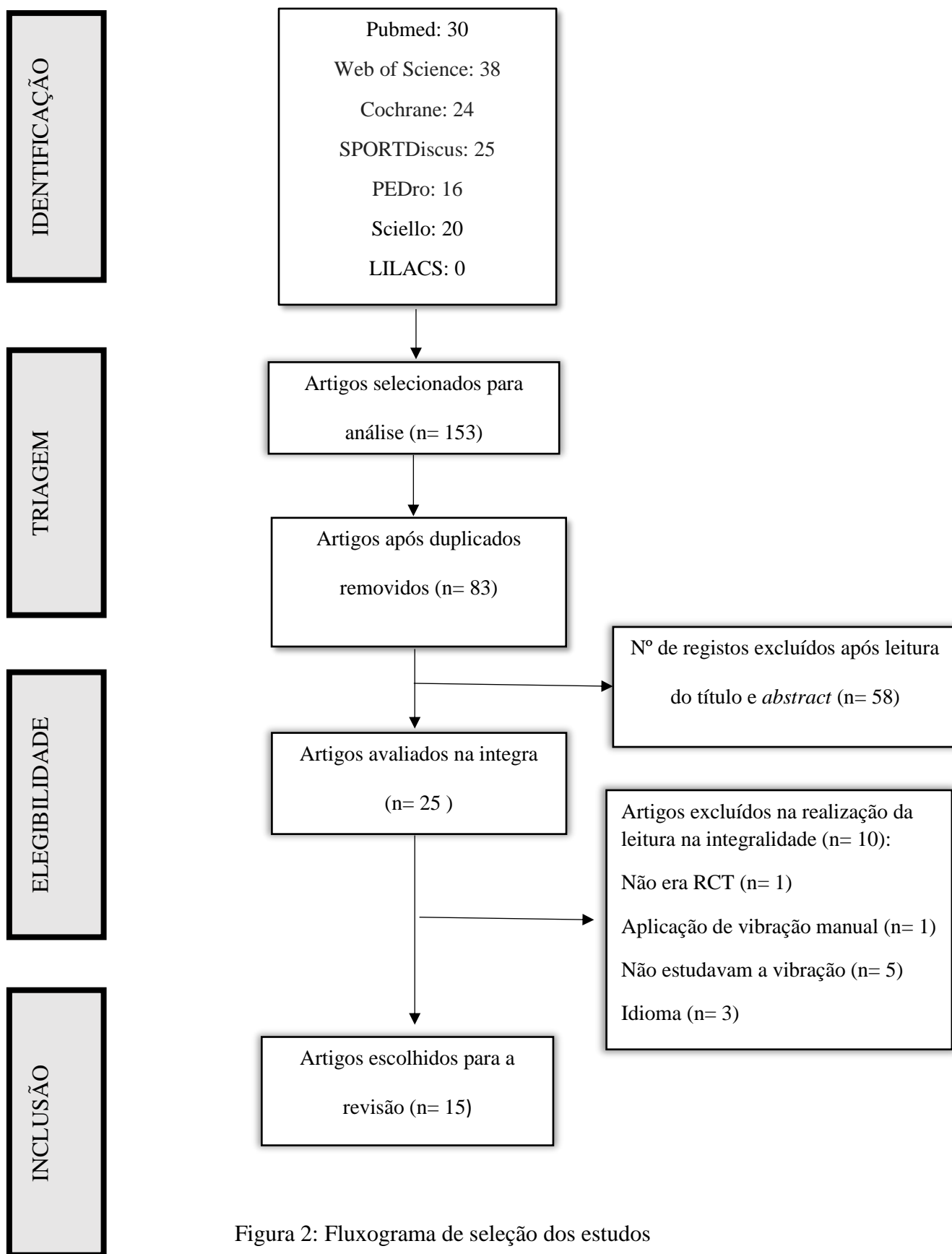


Figura 2: Fluxograma de seleção dos estudos

Legenda: **RCT**- *Randomized controlled trial*

O seguinte quadro apresenta os resultados da avaliação da qualidade metodológica dos estudos que constituem esta revisão sistemática, realizada por dois investigadores independentes através da escala PEDro.

Tabela 1. Resultados da avaliação da qualidade metodológica através da escala PEDro

Estudo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Akehurst et al. (2021)	S	S	S	S	N	N	N	S	S	S	S	7/10
Aminian-Far et al. (2011)	S	S	N	S	N	N	N	S	N	S	S	5/10
Bakhtiary et al. (2007)	S	S	S	N	N	N	N	N	S	S	S	5/10
Darryl (2017)	S	S	N	S	N	N	N	N	N	S	S	4/10
Dabbs, Black, Garner, (2015)	S	S	N	S	N	N	N	N	N	S	S	4/10
Fuller et al. (2015)	N	S	N	S	N	N	S	S	S	S	S	7/10
Jones et al. (2021)	S	S	N	S	N	N	S	N	N	S	S	5/10
Kim et al. (2017)	S	S	N	S	N	S	N	S	N	S	S	6/10
Koh et al. (2013)	S	N	N	S	N	N	N	S	N	S	S	4/10
Lodice, Ripari e Pezzulo, (2019)	S	S	N	S	N	N	N	N	N	S	S	4/10
Magoffin et al. (2018)	S	S	N	N	N	N	N	S	N	S	S	4/10
Marin et al. (2014)	S	S	N	S	N	N	N	S	N	S	S	5/10
Moradela et al. (2019)	S	S	N	S	N	N	S	N	N	S	S	5/10
Rhea et al. (2009)	N	S	N	S	N	N	N	S	N	S	S	5/10
Timon et al. (2016)	S	S	N	S	N	N	N	N	N	S	S	4/10

Legenda: S: sim. N: não. **1:** critérios de elegibilidade presentes. **2:** alocação aleatória. **3:** distribuição dos sujeitos de forma cega. **4:** semelhança intergrupar no início do estudo. **5:** participantes cegos. **6:** intervenção por parte dos investigadores de forma cega. **7:** investigadores que avaliaram pelo menos uma variável

estavam cegos. **8:** resultados de uma variável foram contabilizados em pelo menos 85% dos participantes. **9:** Todos os participantes receberam uma condição experimental (intenção terapêutica) ou controle. **10:** resultados das comparações estatísticas intergrupo foram descritas em pelo menos uma variável. **11:** estudo apresenta medidas de variabilidade e avalia o efeito da intervenção.

2. Tabela 2: Sumário da síntese qualitativa dos estudos incluídos

Autor/ano	Amostra / Tipo de estudo	Método de treino que potenciou a lesão	Tipo de vibração	Outcome	Momentos de avaliação	Resultados
Akehurst et al. (2021)	22 jogadores de elite de hóquei. GI= 11. GC= 11. RCT paralelo	Exercício excêntrico 5 min aquecimento na bicicleta com 0 resistência. 4X10 extensão do joelho 60% RM. Fase excêntrica 6 segundos, fase concêntrica o mais rápido possível. Se após o exercício ainda não entrou em exaustão, continuar o exercício até tal.	Vibração baixa frequência 30Hz e amplitude de 4mm, 3 X 2 minutos, no qual 30 segundos realizados com um joelho em flexão, o último minuto é realizado em posição de agachamento. Tipo de vibração de corpo inteiro com objetivo de testar o quadrícipite.	Dor	No próprio dia, 24, 48, 72 horas após e 7 dias depois do exercício	Os participantes que realizaram vibração apresentaram uma redução significativa tanto da dor ($p = 0.04$) como da rigidez do quadrícipite ($p = 0.02$) em comparação com o grupo que não realizou vibração
Aminian-Far et al. (2011)	32 pessoas voluntárias sem hábitos de treino (22 mulheres e 10 homens) GI= 15. GC= 17. RCT paralelo	Exercício concêntrico, <i>leg extensio</i> do membro dominante através de um dinamómetro isocinético	Vibração de corpo inteiro, aplicada antes do exercício excêntrico durante 60 segundos e com uma frequência de 35 Hz	Limiar de dor a pressão, dor, força máxima voluntária isométrica e <i>peak</i> torque	Antes do exercício, 1, 2, 3, 4, 7 e 14 dias depois do exercício	O grupo que foi aplicada vibração apresentou menos sintomas de DOMS através da análise dos parâmetros da força máxima voluntária em isometria e através do isocinético, do limiar da dor a pressão, dor ($p < 0,05$).
Bakhtiary et al. (2007)	50 pessoas não atletas (25 homens e 25 mulheres) GI= 15. GC= 15 RCT paralelo	<i>Downhill walking</i> numa velocidade de 4 km/h durante 30 minutos.	Vibração aplicada localmente, no quadríceps e na perna antes de realizar o exercício, durante 1 minuto com uma frequência de 50 Hz	Contração máxima voluntária isométrica, <i>peak</i> torque isométrico e limiar da dor a pressão	Antes do exercício e 24 horas depois do exercício	Os resultados evidenciam uma redução da força máxima voluntária ($p = 0,006$) e do limiar de dor a pressão ($p = 0,001$) e um aumento significativo dos valores médios da DOMS ($p = 0,001$) no grupo que não realiza vibração.

Legenda: **GI:** Grupo de intervenção. **GC:** grupo de controlo. **RCT:** *Randomized controlled trial*. **RM:** *Repetition maximum*

Tabela 2: Sumário da síntese qualitativa dos estudos incluído

Autor/ano	Amostra / Tipo de estudo	Método de treino que potenciou a lesão	Tipo de vibração	Outcome	Momentos de avaliação	Resultados
Dabbs, Black, Garner, (2015)	30 mulheres voluntárias GI= 15. GC= 15. RCT paralelo	4 séries de <i>split squat</i> até atingir a fadiga, com carga de 40% do peso	Vibração de corpo inteiro aplicado imediatamente após o exercício, 2 x 30 segundos na posição de <i>squat</i> , com uma frequência de 30 Hz e uma amplitude de 2-4 mm	Limiar de dor a pressão	São realizadas 3 recolhas de dados, antes, após e 10 minutos depois da intervenção, no dia em que realizam exercício, 24, 48 e 72 horas depois do exercício	Não se verificam diferenças significativas entre os grupos nas medidas da dor.
Darryl (2017)	26 homens GI= 13. GC= 13. RCT paralelo	Exercício excêntrico, 10 X 6 força máxima voluntária, através de um dinamómetro isocinético	Vibração aplicada nos bíceps após o exercício, durante 15 minutos e com uma frequência de 120 Hz	Dor, limiar de dor a pressão, <i>peak</i> torque, força isométrica e força concêntrica	Antes do exercício, imediatamente depois do exercício, 24, 48 e 72 horas depois do exercício.	No grupo que aplicou vibração foi constatada uma redução significativa da dor após as 24 horas ($p < 0,05$) e após 72 horas ($p < 0,01$), o limiar de dor aumentou 48 e 72 horas após o exercício ($p < 0,01$). Ainda o grupo que foi aplicada vibração verificou-se uma melhoria significativa da dor ($p < 0,05$) 24, 48 e 72 horas após o exercício. Em termos de força e da eletromiografia não foram evidenciadas diferenças significativas entre os grupos.
Fuller et al. (2015)	50 pessoas sem hábitos de treino Grupo que faz alongamento e massagem n= 25. Grupo que faz vibração n= 25 RCT paralelo	Exercício excêntrico, 100 <i>leg extension</i> com o máximo de força da perna direita.	Vibração aplicada localmente na coxa direita, através de uma vibração cicloidal, aplicado duas vezes por dia, após exercício durante 20 minutos, com uma frequência de 73 Hz e uma amplitude de 0,5 mm	Dor e <i>peak</i> torque isométrico	Antes do exercício, imediatamente depois do exercício, 24, 48, 72 e 168 horas depois do exercício	Apesar de melhores resultados, não foram verificadas diferenças significativas no <i>peak</i> torque isométrico entre os dois grupos ($p > 0,28$).

Legenda: **GI:** Grupo de intervenção. **GC:** grupo de controlo. **RCT:** *Randomized controlled trial*. **RM:** *Repetition maximum*

Tabela 2: Sumário da síntese qualitativa dos estudos incluídos

Autor/ano	Amostra / Tipo de estudo	Método de treino que potenciou a lesão	Tipo de vibração	Outcome	Momentos de avaliação	Resultados
Jones et al. (2021)	Pessoas sem prática recente de treino de resistência, 31 participantes. Grupo que realiza exercício excêntrico n= 10. Grupo que realiza exercício excêntrico e vibração n=10 RCT paralelo.	Exercício excêntrico 10 X 10 <i>bicip curl</i> , fase concêntrica 1 segundo e fase excêntrica 3 segundos. Duas séries a 50% da contração máxima voluntária e as restantes com menos 2,2Kg de carga.	Vibração nos bíceps, de joelhos no solo e mãos apoiadas na plataforma vibratória com ligeira flexão do cotovelo, com uma vibração de uma frequência de 16 Hz durante 5 minutos.	Dor e força máxima isométrico	Após o exercício, 24, 48 horas após e 7 dias depois.	Foi verificada uma diferença significativa na dor ao fim de 24 horas (p= 0.0051) e na força máxima isométrica ao fim de 24 horas (p = 0.0017) e uma semana (p = 0.0016) no grupo que realiza vibração em comparação com o que não realiza.
Kim et al. (2017)	30 homens saudáveis GC= 10. Grupo que realiza vibração antes do exercício n= 10. Grupo que realiza vibração após o exercício n=10 RCT paralelo	Exercício excêntrico, extensão do braço com 60% RM.	Vibração aplicada nos bíceps, antes ou depois do exercício, durante 5 minutos e numa frequência de 60 Hz	Limiar de dor a pressão	Antes do exercício, 24, 48 e 72 horas depois do exercício	Os valores do limiar da dor a pressão, variaram significativamente no grupo que aplica vibração antes do exercício ao longo dos diferentes momentos de medida (p < 0,01), os resultados mostram que a aplicação da vibração antes do exercício apresenta melhores resultados entre os grupos.
Koh et al. (2013)	60 adultos saudáveis GC= 20. Grupo que aplica vibração n= 20 Grupo que aplica ultrassom n= 20 RCT paralelo	3 x 12 contrações excêntricas dos extensores do carpo com 70% do RM	Vibração local aplicada na longa porção do extensor do carpo, durante 10 minutos e uma frequência de 20 Hz	Força máxima isométrica	Antes do exercício, imediatamente após, 24, 48 e 72 horas depois do exercício.	Foram verificadas diferenças significativas no grupo que aplicou vibração em relação ao grupo de controlo ao fim de 72 horas (p < 0,05). Não se verificam diferenças significativas entre o grupo que aplica vibração e o grupo que aplica ultrassom.

Legenda: **GI:** Grupo de intervenção. **GC:** grupo de controlo. **RCT:** *Randomized controlled trial*. **RM:** *Repetition maximum*

Tabela 2: Sumário da síntese qualitativa dos estudos incluídos

Autor/ano	Amostra / Tipo de estudo	Método de treino que potenciou a lesão	Tipo de vibração	Outcome	Momentos de avaliação	Resultados
Lodice, Ripari e Pezzulo, (2019)	30 jogadores profissionais de futsal GI=15. GC= 15 RCT paralelo	Exercício excêntrico. 5 X 15 e 30 segundos de repouso, flexão e extensão do joelho no aparelho isocinético.	Vibração aplicado nos músculos, vasto lateral, medial, intermédio, reto femoral, glúteo máximo, bíceps femorais e adutores longos e curto nos membros inferiores, 15 minutos, frequência de 120 Hz e uma amplitude de 1,2 mm	Limiar de pressão e contração máxima voluntária isométrica	Após exercício, 24, 48, 72 horas após o exercício	Após 48 horas foi verificada uma alteração significativa no grupo de controlo em termos biomecânicos ($p < 0,05$). Foi ainda encontrada uma alteração no movimento da anca associado a redução da força e presença de dor ($p < 0,01$).
Magoffin et al. (2018)	30 homens habituados a treino de resistência. GI=15. GC= 15 RCT paralelo	Exercício excêntrico. 30 X 10 contrações máximas excêntricas do quadríceps, através de um dinamómetro Biodex	Vibração 5 x 60 segundos antes do exercício, numa frequência de 40 Hz, corpo inteiro, numa posição de semi agachamento (40° de flexão joelho)	Dor, força (isométrica e dinâmica) e limiar de dor a pressão,	Antes e após o exercício 24, 48 horas e 7 dias após o exercício.	A força isométrica reduziu de forma significativa no grupo de controlo ao fim de 24 horas ($p < 0.02$), já no grupo que realizou vibração não ($p = 0.7$). A força dinâmica reduziu de forma significativa em ambos os grupos após 24 e 48 horas e manteve uma redução significativa após uma semana no grupo de controlo ($p = 0.05$). Na avaliação de dor ambos grupos apresentaram uma redução significativa após 24 e 48 horas em comparação a <i>baseline</i> , apesar de não haverem diferenças significativas entre os grupos, o grupo que utilizou vibração apresentava menos dor. Em relação ao limiar de dor a pressão não se verificaram diferenças significativas entre os grupos
Marin et al. (2014)	16 jogadores de futebol de alto nível do escalão de juniores. GI= 8. GC= 8. RCT paralelo	2 x 6 sprints de 40 metros, separados por 20 segundos	Vibração de corpo inteiro aplicada após o exercício, aplicada com o participante em diferentes posições entre 1-2 séries, aplicada entre 30-60 segundos e com uma frequência que varia entre os 35 Hz e os 50 Hz	Dor e força máxima isométrica	Antes e após o exercício, após a intervenção 24, 48 e 72 horas depois do exercício	O grupo no qual foi aplicada vibração apresentou melhores resultados, no entanto não apresentam diferenças significativas com o grupo de controlo, apenas se verifica no salto vertical 24 h após o exercício.

Legenda: **GI:** Grupo de intervenção. **GC:** grupo de controlo. **RCT:** *Randomized controlled trial*. **RM:** *Repetition maximum*

Tabela 2: Sumário da síntese qualitativa dos estudos incluídos

Autor/ano	Amostra / Tipo de estudo	Método de treino que potenciou a lesão	Tipo de vibração	Outcome	Momentos de avaliação	Resultados
Moradela et al. (2019)	38 adultos saudáveis GI=19. GC= 19 RCT paralelo	Exercício excêntrico. Aquecimento 5 minutos passadeira 50-60% HRR. 10 X 10 agachamento com peso livre de 2,7Kg, 2 minutos de descanso entre séries.	Vibração no quadríceps através de um rolo vibratório, numa frequência de 18 Hz, 5 X 1 minuto, 30 segundos de descanso. Participantes em posição de prancha e deslizar o rolo ao longo do quadríceps, desde a sua região proximal até a rotula.	Dor, limiar de pressão	Antes e após a intervenção.	Foi verificada uma diferença significativa na avaliação da dor no vasto lateral, vasto medial e reto femoral (p= 0.05). Foi encontrada uma diferença significativa na dor na avaliação passiva. Nos restantes parâmetros não se verificou nenhuma diferença significativa.
Rhea et al. (2009)	16 homens adultos GI 8. GC= 8. RCT paralelo	Exercício de resistência e sprints repetidos	Vibração de corpo inteiro, imediatamente após o exercício e no próprio dia mais tarde, aplicada durante 30 segundos com uma frequência de 50 Hz e uma amplitude de 2 mm na região do quadríceps, isquiotibiais e gastrocnémios	Dor	Antes do exercício, 12, 24, 48 e 72 horas depois do exercício	Foi verificada uma diferença significativa no grupo que realizou vibração em todos os momentos após o exercício (p < 0,05). No momento antes do exercício não foi encontrada nenhuma diferença significativa entre os grupos.
Timon et al. (2016)	20 estudantes universitários GI= 10. GC= 10. RCT paralelo	Exercício excêntrico, 5 minutos de aquecimento (30% RM) e 4 X 5 <i>leg extension</i> (120% RM), com 4 minutos de descanso.	Vibração de corpo inteiro, através de uma plataforma vibratória, aplicado após o exercício durante 60 segundos, repetido 3X, com um intervalo de 30 segundos, com uma frequência de 12 Hz e uma amplitude de 4 mm	Dor e <i>peak</i> torque	Antes do exercício, imediatamente depois do exercício, 24 e 48 horas depois do exercício	A dor foi menor no grupo que aplicou a vibração em relação ao que não aplicou no momento das 48 horas após o exercício.

Legenda: **GI:** Grupo de intervenção. **GC:** grupo de controlo. **RCT:** *Randomized controlled trial*. **RM:** *Repetition maximum*

IV. Discussão

Iniciando esta parte do estudo dando resposta ao objetivo do mesmo que foi estudar o efeito da vibração na dor e força em participantes com sensação retardada de desconforto muscular, analisando os estudos que integram esta revisão sistemática foi possível perceber que a vibração tem efeitos positivos na redução da dor e das perdas de força em pessoas com sensação retardada de desconforto muscular.

A sensação retardada de desconforto muscular foi referida já em 1900 por Hough, no qual relatou a dor e perda de função ocorrendo cerca de 12 horas após o exercício e prevalecendo durante vários dias, sendo a causa atribuída a danos nas fibras musculares e a processos inflamatórios (Hough, 1900). Esta descrição permanece notavelmente consistente com o entendimento atual, ao qual se acrescenta um conjunto de teorias para mecanismos específicos da sensação retardada de desconforto muscular, no qual se inclui o processo inflamatório (Malm et al., 2000), a produção de ácido lático (Gleeson et al., 1998), espasmo muscular (Cheung et al., 2003), lesão do tecido conjuntivo (Cheung et al., 2003) e ainda lesão muscular (Barr, Barbe e Clark, 2004).

A maioria dos estudos (10 dos 15), que integram com devida pertinência esta revisão sistemática, analisaram a efetividade da aplicação de vibração perante a presença de sensação retardada de desconforto muscular, no qual a lesão foi provocada maioritariamente por exercícios excêntricos, sendo o tipo de vibração de baixa frequência a mais utilizada. A aplicação da vibração de alta frequência foi aplicada nos estudos de Darryl (2017), Fuller et al. (2015), Kim et al. (2017) e Lodice, Ripari e Pezzulo (2019). Já a vibração de baixa frequência foi utilizada nos estudos de Akehurst (2021), Jones et al. (2021), Koh et al. (2013), Magoffin et al. (2018), Moradela et al. (2019) e Timon et al. (2016). No qual o objetivo foi de avaliar o efeito da aplicação da vibração nas componentes da dor e da força que são alteradas na presença da sensação retardada de desconforto muscular.

Os estudos que analisaram a aplicação de vibração após a lesão ocorreram maioritariamente através do exercício excêntrico, no entanto alguns estudos recorreram a outros tipos de exercício para provocar a sensação retardada de desconforto muscular, nomeadamente o estudo de Aminian-Far et al. (2011) que aplicou exercícios

concêntricos, o estudo de Bakhtiary et al. (2007) que utiliza *downhill walking*, Rhea et al. (2009) aplica exercícios de sprints e de resistência e ainda Marin et al. (2014) com exercícios de sprints repetidos. Nos estudos de Aminian-Far et al. (2011) e Bakhtiary et al. (2007) verificou-se uma melhoria da sintomatologia provocada pela sensação retardada de desconforto muscular, já nos estudos de Marin et al. (2014) e Rhea et al. (2009) verificaram-se bons resultados em termos de dor e força isométrica. Já o estudo de Dabbs, Black e Garner (2015) que aplica vibração de corpo inteiro após a realização de *split squat* não verificou diferenças significativas na avaliação do parâmetro da dor.

1. Vibração de corpo inteiro

Akehurst et al. (2021) realizou um estudo randomizado controlado, no qual foi testado o efeito da vibração de corpo inteiro após a prática de exercício excêntrico, com o objetivo de reduzir a sintomatologia da sensação retardada de desconforto muscular. Dois dos parâmetros estudados, a dor e a rigidez muscular apresentaram resultados significativamente positivos após aplicação de vibração de corpo inteiro em comparação com alongamento isolado: os participantes que compunham o grupo experimental que realizaram vibração apresentaram uma redução significativa tanto da dor como da rigidez do quadríceps em comparação com o grupo de controle que não aplicou vibração.

O protocolo de aplicação de uma terapia de vibração de corpo inteiro de Akehurst et al. (2021) não exigiu tempo adicional gasto na recuperação em relação ao do alongamento estático, e portanto pode facilmente ser integrado em programas de treino existentes com o mínimo de interrupção. A vibração de corpo inteiro pode assim ser usada por exemplo em atletas de elite, no caso deste estudo, atletas de hóquei, para reduzir os sinais e sintomas da sensação retardada de desconforto muscular após exercício excêntrico e este resultado pode ser extrapolado para outros desportos perante estes resultados positivos.

Os resultados de outros estudos anteriores sobre a aplicação da vibração de corpo inteiro após o exercício para a prevenção da sensação retardada de desconforto muscular foram incertos: é possível encontrar estudos em que não ocorreu nenhuma melhoria significativa na dor (Dabbs, et al., 2015; Nepocatyck, et al., 2015; Wheeler e Jacobson, 2013) mas também estudos com melhorias significativas na dor (Pinto, et al., 2011; Rhea, et al., 2009; Timon, et al., 2016).

Perante o exercício, ocorrem respostas fisiológicas, incluindo o desenvolvimento de sensação retardada de desconforto muscular, sendo estas respostas diferentes dependendo do tipo treino realizado (Byrnes e Clarkson, 1986; Schwane, et al., 1987). Alguns estudos que após realizarem exercício para provocar dano aplicaram vibração, têm apresentado melhor resultado através da vibração local em comparação com a vibração de corpo inteiro e os seus resultados foram geralmente favoráveis em diversos estudos (Broadbent, et al., 2010; Darryl, 2017; Iodice et al., 2019; Lau e Nosaka, 2011; Mohammadi e Sahebazamani, 2012).

2. Vibração na área da prevenção

A aplicação de vibração com efeitos terapêuticos tem sido mais frequentemente estudada com uma função na área da recuperação, no entanto também existem resultados favoráveis de vários estudos sobre a aplicação desta técnica antes de realizar exercício, como são os casos dos estudos de Aminian-Far, et al. (2011), Bakhtiary, et al. (2007), e Magoffin, et al. (2018). Ao analisar o estudo de Kim et al. (2017), é aplicada a vibração local antes e depois do exercício, sendo possível tirar a conclusão que a aplicação antes do exercício apresentou melhores resultados na redução da dor e na análise do dano muscular em comparação com a aplicação da vibração após o exercício.

3. Vibração vs Alongamento

O recurso a utilização de alongamentos isolados como intervenção em grupos de controlo fornece uma relevância na prática clínica quotidiana, pois a aplicação da técnica de alongamento continua a ser a mais comum modalidade de recuperação usada, tanto em praticantes de desporto de forma recreativa como em atletas de elite, sendo bastante praticado para reduzir a dor muscular (Crowther et al., 2017). Através destes dados, estudos como foi o caso do estudo de Akehurst et al. (2021) que após o exercício, todos os participantes que neste caso eram jogadores de elite de hóquei realizaram alongamentos estáticos, sendo que o grupo experimental adicionou a componente da vibração em simultâneo com os alongamentos no sentido de prevenir a sintomatologia da sensação retardada de desconforto muscular.

4. Força

No estudo realizado por Jones, et al. (2021) foi demonstrada uma diminuição na perda de força na força máxima isométrica voluntária (*maximum voluntary isometric contraction*) através da aplicação de vibração ao longo de 4 dias após a realização de um protocolo de exercício para induzir a lesão muscular (*exercise induced muscle damage*) no bíceps. Neste mesmo estudo verificou-se diferenças significativas na dor ao fim de 24 horas e na força máxima isométrica ao fim de 24 horas e após uma semana no grupo que realiza vibração em comparação com o que não realiza.

Ainda sobre o estudo de Jones, et al. (2021), os resultados através da análise da contração isométrica voluntária máxima (MVIC), demonstram um método relevante e importante como *outcome* para analisar a evolução da sintomatologia provocada pela sensação retardada de desconforto muscular no tempo. Além disso, a utilização da elastografia de onda de cisalhamento (*shear wave elastography*) pode se mostrar como uma técnica útil para determinar o estado de recuperação do músculo após dano provocado pelo exercício excêntrico.

É necessário realçar que, até o momento apenas três estudos dos quinze que compõem esta revisão sobre a aplicação de vibração relataram redução de perda de força muscular após um protocolo de exercício de dano muscular quando comparado com os grupos de controlo (Aminian-Far, et al., 2011; Jones, et al., 2021; Koh et al., 2013). No estudo de Aminian-Far et al. (2011) é descrito que as perdas de força isométrica dos músculos extensores do joelho conseguiram ser atenuadas com apenas 1 minuto de aplicação de vibração de corpo inteiro, realizado antes do protocolo de exercício para dano muscular. Quando se tenta perceber o que estes estudos podem ter de diferente dos restantes para apresentar resultados diferentes, as conclusões são relativas. Dois dos estudos recorrem a vibração local (Jones, et al., 2021; Koh et al., 2013), já o terceiro estudo utilizou vibração de corpo inteiro (Aminian-Far, et al., 2011), as áreas anatómicas foco dos estudos são distintas, visto que se trata da coxa, bíceps e punho, o estudo de Aminian-Far et al. (2011) aplicou vibração antes do exercício, já nos outros dois estudos esta foi aplicada após o exercício. Em comum nos três estudos estão o facto de todos terem recorrido a vibração de frequência baixa, entre os 16-35 Hz, ter sido utilizado o exercício excêntrico para provocar o dano muscular e as amostras serem compostas por elementos sem hábitos de

prática de desporto. No final os estudos de Jones, et al. (2021) e Koh et al. (2013) acabam por ser bastantes semelhantes em vários pontos: tipo de vibração, a intensidade da frequência, o momento em que é aplicada a vibração, o tipo de população e a região anatómica em estudo o que permite perceber mais facilmente os resultados. Já o estudo de Aminian-Far, et al. (2011) apresenta algumas características opostas aos outros dois estudos. Um ponto importante que une os três estudos em relação aos restantes que integram esta revisão é que a intensidade da frequência foi inferior a grande maioria dos estudos, em que a média da frequência aplicada de todos os estudos é 48 Hz, enquanto que a média dos três estudos é aproximadamente 24 Hz, isto quer dizer metade do valor de todos os estudos reunidos. Num estudo de Yang, Miller, Xiang e Pang (2021) em que foi aplicada vibração de corpo inteiro com uma frequência de 30 Hz foi possível diminuir as perdas de força após exercício concêntrico e excêntrico do quadríceps. Também num estudo de Cardinale e Lim (2010) foram comparadas três frequências diferentes de vibração de corpo inteiro (30 Hz, 40Hz e 50 Hz), em que os melhores resultados foram obtidos através da frequência mais baixa. Existem estudos que referem que o parâmetro da frequência é o mais importante e relevante na aplicação de vibração (Di Giminiani et al., 2013). Os recursos a frequências mais elevadas promovem uma maior atividade muscular e maior VO₂, mas parecem causar maior fadiga (Di Giminiani et al., 2015; Mahbub et al., 2019; Rittweger, Schiessl e Felsenberg, 2001; Sonza, Robinson, Achaval e Zaro, 2015). Por outro lado, as frequências mais baixas como provocam menos impacto ocorre menor fadiga muscular (Rittweger, Mutschelknauss e Felsenber, 2003). O estudo de Kersch-Schindl et al. (2001) aborda ainda os efeitos positivos da utilização de uma frequência inferior na circulação sanguínea e dos seus benefícios que isso pode trazer na recuperação muscular.

Os resultados demonstram que que a aplicação de *upper body vibration* apresentou uma redução na perda de força isométrica 24 horas após um protocolo de exercício para induzir a lesão muscular, com retorno completo à força isométrica após uma semana (Jones et al., 2021). Estes resultados não coincidem com os resultados de outros estudos que utilizam vibração de corpo inteiro, em que não se verificam diferenças nas medidas de força isométrica (Lau et al., 2011; Magoffin et al., 2018; Timon et al., 2016) e força concêntrica (Magoffin et al., 2018)

Sobre outros estudos que recorreram a vibração localizada, estes não apresentaram melhorias na força (Darryl, 2017; Fuller et al., 2015). No entanto no estudo de Darryl (2017) foi verificada melhoria em outros *outcomes*, como é o caso da dor.

Por outro lado, estudos apresentaram resultados sobre decréscimos significativos na força como resultado da aplicação de vibração de corpo inteiro nas primeiras 24 horas após a realização de um protocolo de exercício de dano muscular para o músculo quadríceps (Barnes et al., 2012). Isto, no entanto, este resultado pode ser explicado através do stress contrátil contínuo do trabalho e do grande recrutamento de unidades motoras após um protocolo de exercício intenso (Jones, et al., 2021).

No estudo de Bakhtiary et al. (2007), também é aplicado vibração apenas durante 1 minuto, só que neste caso foi utilizada vibração local, mais precisamente no quadríceps antes de realizar *downhill walking* durante 30 minutos com uma velocidade de 4 km/h. Neste estudo foi relatada uma menor perda de força isométrica após 24 horas da realização do exercício quando comparado com o grupo de controlo. Ambos os estudos de Aminian-Far et al. (2011) e Bakhtiary et al. (2007), aplicaram a vibração antes dos seus respetivos protocolos de exercício, com objetivo de prevenir a presença de sintomatologia no quadricípite provocada pelo exercício e aplicaram durante apenas 1 minuto, que podemos considerar pouco quando comparamos com os tempos de aplicação de vibração em alguns dos restantes estudos.

5. Outras técnicas

Outros estudos tentaram demonstrar o efeito de outras técnicas na diminuição da sintomatologia provocada pela sensação retardada de desconforto muscular, como é o caso da crioterapia (Sellwood et al., 2007) imersão em água e ainda massagem (Guo et al., 2017), no entanto esses estudos por vezes se mostraram inconclusivos. Perante este cenário a vibração surge como uma técnica com potencial para atuar sobre a diminuição da sintomatologia, através de efeitos na circulação sanguínea (Kerschman et al., 2001), microcirculação (Betik et al., 2021), perfusão muscular (Fuller, Thomson, Howe e Buckley 2013) e aumento de temperatura no músculo (Cochrane, Stannard, Firth e Rittweger 2010).

Seguindo um protocolo de exercício para induzir a lesão muscular aplicado num estudo no bíceps braquial, os investigadores observaram uma perda de força isométrica reduzida através de uma outra técnica apelidada *whole-body periodic acceleration* (pGz) (Serravite et al., 2014). Nesta técnica em vez de transmitir a vibração através de uma plataforma pelos pés ou outra região do corpo que esteja em contacto com a plataforma para transmitir a vibração para o resto do corpo, com a *whole-body periodic acceleration* todo o corpo de uma pessoa adota uma posição passiva e em contacto com a plataforma (normalmente uma cama), de forma geral deitada em decúbito dorsal, que sofre uma aceleração constante de baixa frequência e amplitude através do movimento da plataforma, por períodos significativamente mais longos de tempo. Esta forma única de intervenção produziu efeitos em termos circulatórios e com objetivo de aumentar a produção de óxido nítrico (Adams et al, 2010; Lopez et al., 2018).

O óxido nítrico segundo estudos apresenta propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antinociceptivas, derivado do endotélio e que tal poderia acelerar a recuperação da sintomatologia da sensação retardada de desconforto muscular. (Serravite et al., 2014). Elaborando uma pesquisa, ainda muito pouco foi relatado sobre como o óxido nítrico pode ser influenciado pela vibração de corpo inteiro (Johnson et al, 2014) ou pela vibração localizada (Maloney-Hinds et al., 2009).

6. Dor

Através da escala visual analógica da dor aplicada no estudo de Jones, et al., (2021) foi possível concluir que o grupo que aplicou vibração apresentou uma redução de dor significativa após 24 horas e ainda uma diminuição da dor apesar de este dado não ser significativamente diferente após 48 horas em comparação ao grupo que não aplicou vibração. Após uma semana de terem realizado um protocolo de exercício para dano muscular tanto o grupo de controlo como o experimental voltou aos números de base.

Ao analisar os outros estudos em relação a avaliação da dor, rapidamente foi possível concluir que ocorre uma diminuição da dor nos participantes que aplicaram vibração, havendo depois diferenças em termos de resultados com diferenças significativas ou não e nas marcas temporais em que isso ocorreu. Vários estudos apresentaram resultados com melhorias significativas como foi o caso dos estudos de Akehurst et al. (2021), Aminian-

Far et al. (2011) e Rhea et al. (2009) apresentaram melhorias significativas da dor ao fim de 24, 48, 72 e 96 horas e ao fim de 7 e 14 dias, Bakhtiary et al. (2007) apresentou resultados significativos após 24 horas, Darryl (2017) obteve resultados significativos após 24 e 72 horas, Moradela et al. (2019) evidenciou resultados logo após o tratamento e Timon et al. (2016) apresentou uma diferença significativa após 48 horas. Perante isto não se pode afirmar de forma clara uma marca temporal em que é possível obter mais efeitos na diminuição da dor, mas é possível tomar nota que após 24 horas foi o momento em que mais estudos obtiveram resultados significativos (Aminian-Far et al., 2011; Bakhtiary et al., 2007; Darryl 2017; Jones, et al., 2021). Já outros estudos apresentaram resultados positivos com uma redução mais acentuada da dor nos grupos que realizaram vibração, no entanto estes resultados não se verificaram significativos em relação ao grupo de controlo, como foi o caso dos estudos de Fuller et al. (2015), Magoffin et al. (2018) e Marin et al. (2014). Ainda existe a situação do estudo de Kim et al. (2017) em que foi testada a aplicação da vibração antes e depois de exercício excêntrico, em que neste caso foram encontradas diferenças significativas no grupo que aplicou a vibração antes do exercício quando foi avaliado o limar da dor a pressão e quando foi avaliado após a prática de exercício: 24, 48 e 72 horas.

Quando tentamos perceber os efeitos de alívio da dor devido a aplicação da vibração, estes são por vezes atribuídos à teoria da inibição segmentar (teoria do portão) através da estimulação de neurónios sensoriais (aférentes) do sistema somatossensorial (Rittweger, 2010). No entanto estudos recentes relataram uma diminuição da atividade de disparo dos neurotransmissores de ácido gama-aminobutírico e um aumento nas taxas de disparo dos neurotransmissores de dopamina na área tegmental ventral do cérebro em resposta a aproximadamente 50Hz (Bills, et al., 2019; Bills, et al., 2020).

7. Vibração e circulação sanguínea

Embora estes mecanismos que estão relacionados com a aplicação de vibração não foram analisados pelos estudos que compõem esta revisão, a vibração pode melhorar a circulação sanguínea e a microcirculação. (Betik, et al., 2021; Kersch-Schindl, et al., 2001). Perante esta situação pode ter ocorrido uma alteração na ocorrência do processo inflamatório tipicamente associado a lesão muscular com exercício excêntrico. Os neutrófilos e monócitos são mobilizados para a circulação sanguínea, e com a circulação

melhorada pode ajudar no deslocamento dos neutrófilos e monócitos para os músculos, auxiliando desta forma a reparação muscular (Peake, et al., 2005; Peake, et al., 2017).

É possível compreender que a vibração de corpo inteiro permite aumentar a circulação sanguínea e as frequências mais baixas na faixa de 5 a 25 Hz conseguem ter um maior efeito na circulação periférica (Games et al., 2015). Sendo assim o uso de uma frequência mais baixa pode ter afetado de forma positiva com efeitos na circulação sanguínea em alguns estudos que integram esta revisão que optaram por uma vibração de baixa frequência (Jones et al., 2021; Koh et al., 2013; Moradela et al., 2019; Timon et al., 2016).

A vibração de corpo inteiro demonstrou promover uma facilitação da ativação muscular, em que segundo Rittweger (2010) isto é conseguido principalmente em momentos extensão durante contrações submáximas, ocorrendo assim uma espécie de exercício “passivo”. As necessidades metabólicas aumentam perante um aumento do trabalho muscular e sendo assim a vibração surge como uma forma de aumentar o fluxo sanguíneo (Kersch-Schindl et al., 2001), reduzir a rigidez arterial (Otsuki et al., 2008) e melhorar absorção de oxigênio (Rittweger et al., 2002).

Analisando o estudo de Jones, et al. (2021) é plausível pensar que a utilização de uma frequência mais baixa na plataforma de vibração pode ter causado algumas alterações na circulação sanguínea e que ainda derivado ao método, o relaxamento no caso deste estudo do bíceps braquial pode ter sido ainda maior. Neste estudo a aplicação da vibração é feita em posição de semi-flexão como foi descrito e ilustrado no estudo e neste caso os autores sugeriram que pode ter acontecido que, derivado a essa posição o bíceps braquial funcionou como um antagonista, ficando desta maneira numa posição que promove maior relaxamento no momento da aplicação da vibração. Sendo assim, um grupo muscular alvo ao ter uma posição mais passiva poderia obter melhores resultados e ir ao encontro do que acontece com outra técnica já referida e aplicada no estudo de Serravite et al. (2014) em que através da *whole-body periodic acceleratio* obtiveram baixas reduções de força coma a aplicação da técnica que tem a característica de o participante se encontrar numa posição de repouso.

8. Elastografia

Através da utilização de elastografia com ondas de cisalhamento (*shear wave elastography*) no estudo de Jones, et al. (2021) foi possível verificar que os níveis de rigidez aumentaram significativamente nas primeiras 48 horas após um protocolo de exercício para dano muscular. Tais resultados foram apoiados pelo estudo de Lacourpaille et al. (2017) que relatou um aumento da rigidez na elastografia com ondas de cisalhamento 48 horas após realizar exercício excêntrico em ambos os flexores do cotovelo e extensores do joelho seguindo um protocolo de baixa e alta intensidade. Curiosamente, estes autores também relataram uma correlação entre o dano muscular causado 30 minutos após o exercício excêntrico e uma diminuição no *peak torque* após 48 horas, sugerindo assim que uma avaliação apenas após 30 min poderia ser suficiente para estimar a quantidade de dano muscular que pode ocorrer 48 horas depois (Lacourpaille, et al., 2017).

Atualmente, é possível encontrar um número interessante de estudos que recorrem a *shear wave elastography* para avaliar a rigidez de estruturas musculares ou tendinosas em diferentes populações e patologias, até ao momento existe um número de estudos limitado sobre o uso desta técnica em relação a sensação retardada de desconforto muscular (Agten, et al., 2017; Lacourpaille, et al., 2017; Sadeghi, et al., 2018; Tsuchiya, et al., 2019). O uso da elastografia pode oferecer uma opção bastante interessante para avaliar características intrínsecas tanto de tecido muscular como tendinoso e oferecer assim um método bastante objetivo para avaliar as diferenças que podem ocorrer perante a realização de exercício que provoque dano muscular.

Num estudo de Sadeghi et al, (2018), este sugeriu que a *shear wave elastography* foi eficaz na determinação das diferenças de rigidez muscular em função da distância e tempo de recuperação e ainda estudo de Andonian et al. (2016) para verificar as alterações musculares e fisiológicas em função da distância percorrida por corredores de maratona. Além disso, as características do aumento de rigidez do vasto lateral encontradas através da elastografia foram verificadas serem diferentes em velocistas e corredores de longa distância, indicando assim que a *shear wave elastography* poderá ser sensível a alterações mecânicas intrínsecas no músculo em função dos diferentes programas de exercício a que este é sujeito (Miyamoto et al., 2019; Jones, et al., 2021)

Mediante uma análise mais aprofundada do resultado do estudo de Jones, et al. (2021) foi demonstrado uma forte correlação entre a *shear wave elastography* e a força, sugerindo que a rigidez verificada aumenta em simultâneo que a perda de força aumenta. Perante estes dados seria útil sugerir mais pesquisa e estudo sobre esta correlação que poderia determinar se a *shear wave elastography* pode ser um forte preditor de um caso de dano intrínseco do músculo ao longo do tempo na sensação retardada de desconforto muscular.

9. Protocolo de exercício de dano muscular

Ocorreu uma variação dos protocolos de intervenção da vibração na sensação retardada de desconforto muscular, esta variação ocorreu em diferentes parâmetros como o tempo de aplicação, o número de vezes aplicado, a frequência, amplitude, a posição em que é realizada ou ainda se se trata de vibração local ou de corpo inteiro (Akehurst et al., 2021). Variações no tipo de população, no protocolo de exercício para provocar o dano muscular e ainda os instrumentos de avaliação levaram também a uma variação nos resultados que por vezes impedem que seja feita uma interpretação e confronto dos dados que permitam tirar conclusões com relevância.

Quando foram analisados os protocolos de exercício que provocaram o dano muscular, ficou claro que a maioria dos estudos optou pelo exercício excêntrico (9 dos 15 estudos), através de aparelhos de *leg extension* ou realizando exercícios específicos como é o caso do estudo de Dabbs, Black, Garner (2015) que realizaram *split squat* e Moradela et al. (2019) em que fazem *squat*. Outros estudos também recorreram ao exercício excêntrico, mas no caso destes estudos foi aplicado no membro superior (Darryl, 2017; Kim et al., 2017; Koh et al., 2013). O exercício de corrida também foi utilizado para provocar o dano muscular, em que dois estudos recorreram a exercícios de *sprint* (Marin et al., 2014; Rhea et al., 2009) e ainda Bakhtiary et al. (2007) optaram por *downhill walking*. Perante isto foi perceptível que a maioria dos estudos optou por exercício do tipo excêntrico, o que é esperado pois o objetivo é provocar o dano muscular e diferentes estudos apontam para o exercício excêntrico como o tipo de exercício que mais facilmente provoca dano muscular (Clarkson e Hubal, 2002; Ebbeling e Clarkson, 1989).

10. Amostra

Existiram diferenças consideráveis nos estudos em termos do número de participantes e nas suas características. O número mais baixo da amostra foi 16 participantes nos estudos de Marin et al. (2014) e Rhea et al. (2009), já o máximo foi 60 participantes no estudo de Koh et al. (2013). O tamanho médio da amostra de todos os estudos foi aproximadamente 32 participantes. Em termos da idade, todos os estudos foram compostos por adultos exceto um estudo que é composto por jogadores de futebol do escalão júnior em que é descrito no estudo que apresentaram uma idade média de 17,1 anos (Marin et al., 2014). O género também foi uma característica que variou, a grande parte dos estudos incluiu homens e mulheres, no entanto são contabilizados cinco estudos que incluem apenas pessoas do sexo masculino (Akehurst et al., 2021; Darryl, 2017; Kim et al., 2017; Lodice, Ripari e Pezzulo, 2019; Rhea et al., 2009) e apenas um estudo que incluiu apenas pessoas do sexo feminino (Dabbs, Black, Garner, 2015). Outra questão em que surgiu discrepância foi no tipo de população e a sua ligação ao desporto, estão presentes estudos com atletas de diferentes modalidades, como é o caso do hóquei (Akehurst et al., 2021), futsal (Lodice, Ripari e Pezzulo, 2019) e futebol (Marin et al., 2014), mas também estudos com uma amostra oposta com pessoas sem hábitos de treino, isto acontece nos estudos de Aminian-Far et al. (2011), Bakhtiary et al. (2007) e Jones et al. (2021).

11. Vibração

O estudo de Iodice e Pezzulo (2019) tirou fundamentalmente duas conclusões sobre os contributos da aplicação da vibração para a prevenção de sensação retardada de desconforto muscular em atletas. Primeiramente este estudo abordou um ponto bastante relevante sobre o facto que perante a presença de dor e fadiga derivados da realização de exercícios, o corpo humano sofre compensações ou adaptações posturais que por sua vez podem levar a causar mais lesões musculoesquelética, no caso deste estudo em atletas. Perante isto, a aplicação de vibração para diminuir a perceção após a prática de exercício pode contribuir para que não ocorram essas alterações posturais, como acontece no estudo em questão, o grupo que aplicou vibração não apresentou alterações posturais ao contrário do grupo de controlo. Em segundo lugar os resultados do estudo indicaram que a vibração de alta frequência, neste caso 120 Hz, promoveu a recuperação e a diminuição da perceção de dor, muito provavelmente associadas a alterações da circulação sanguínea e

questões neuromusculares. Desta maneira este estudo conseguiu mostrar um potencial de utilização da vibração na recuperação dos atletas.

O estudo de Moraleda, et al. (2019) apresentou uma característica diferente de todos os outros estudos que integram esta revisão, a vibração foi aplicada através de um *foam rolling* ou rolo de massagem no quadríceps dos participantes. Outro ponto a realçar foi a avaliação da dor antes e depois do tratamento de diferentes formas: posição de *squat*, ativação isométrica do musculo, alongamento, de forma passiva e também foi avaliado o limiar de dor a pressão do vasto lateral, vasto medial e do reto femoral. Os resultados mostraram que o limiar de dor a pressão melhorou significativamente no vasto medial e no reto femoral, a dor apresentou sempre melhores resultados no grupo que aplicou o *foam rolling* com vibração, com destaque para a avaliação passiva que apresenta resultados significativos na avaliação após o tratamento.

12. Análise da qualidade metodológica

Um ponto importante de analisar foi o analisar a avaliação da qualidade metodológica, que neste caso foi feita através do uso da escala PEDro. Analisando a pontuação dos estudos, estamos perante um mínimo de 4/10 e um máximo de 7/10, a pontuação média dos 15 estudos foi aproximadamente 5/10. Ao analisar os resultados das avaliações metodológicas foram detetadas falhas quase sistemáticas em quase todos os estudos.

Apenas dois estudos garantem que respeitaram o ponto 3, o ponto que garante uma distribuição cega dos sujeitos, já que não foi referido nos estudos que a alocação foi cega ou que foi feita por exemplo através de envelopes ou ainda se foi realizada por alguém responsável pela alocação.

Todos os estudos falharam no ponto 5 que diz respeito ao facto de todos os sujeitos participarem de forma cega no estudo, uma questão difícil de contornar já que será difícil aplicar uma técnica placebo no caso da vibração e sendo assim ao falhar neste ponto pode levar mais facilmente a ocorrer o viés de performance.

Um dos critérios que quase todos os estudos não cumpriram foi o ponto 6, sobre o facto de os investigadores administrarem a terapia em estudo de forma cega, em que os estudos

não foram capazes de garantir que os investigadores atuaram de forma cega e que os elementos da amostra não suspeitaram da sua alocação.

O ponto 7 que aborda o facto de os investigadores tenham realizado a medição de pelo menos um resultado-chave e que tenha sido feito de forma cega também não foi garantido pela maioria dos estudos.

Por fim o ponto 9 também não foi cumprido por quase todos os estudos (12/15), este está relacionado com o facto de pessoas alterarem a sua alocação ou serem retiradas dos estudos, se os seus dados são utilizados segundo a sua distribuição normal e se foi feita a análise de pelo menos um resultado-chave por *intention to treat*.

13. Limitações

Claramente que os protocolos de aplicação da vibração ainda não foram possíveis de atingir um consenso, pois quando foi feita a sua análise torna-se evidente grandes diferenças em vários parâmetros, como é caso da área onde se aplicou a vibração, a intensidade do sinal e a sua duração. Dos 15 estudos que integraram esta revisão, sete optaram pela aplicação de vibração de corpo inteiro (Akehurst et al., 2021; Aminian-Far et al., 2011; Dabbs, Black, Garner, 2015; Magoffin et al., 2018; Marin et al., 2014; Rhea et al., 2009; Timon et al., 2016), já os outros oito estudos preferiram a vibração local (Bakhtiary et al., 2007; Darryl, 2017; Fuller et al., 2015; Jones, et al., 2021; Kim et al., 2017; Koh et al., 2013; Lodice, Ripari e Pezzulo, 2019; Moradela et al., 2019). Em relação a frequência aplicada, existe uma larga amplitude, em que os estudo de Timon et al. (2016) e Jones et al. (2021) foram os que aplicaram com menor frequência, 12 Hz e 16Hz respetivamente, já os estudos de Darryl (2017) e Lodice, Ripari e Pezzulo (2019) foram os que aplicaram com maior frequência, 120 Hz, sendo que a média de todos os estudos foi aproximadamente 48 Hz. O tempo de aplicação também apresentou algumas diferenças, com a maioria dos estudos a aplicar 5 minutos ou menos, no entanto é preciso destacar o estudo de Darryl (2017) e Lodice, Ripari e Pezzulo (2019) que aplicaram 15 minutos e o estudo de Fuller et al. (2015) que aplicou 20 minutos.

Para melhorar os resultados dos estudos seria positivo encontrar algumas medidas ou instrumentos de avaliação padrão para aplicar nos estudos e assim maximizar resultados comparáveis e com qualidade (Akehurst et al., 2021).

Segundo o estudo de Akehurst et al. (2021) seria importante realizar estudos comparativos entre vibração local e vibração de corpo inteiro na sensação retardada de desconforto muscular, já que não tem ocorrido essa investigação e seria positivo perceber qual o método de vibração mais eficaz. Para novos estudos realizados no futuro, estes estudos devem ser realizados com maior número de participantes, com uma metodologia mais rigorosa para melhorar a sua qualidade e o risco de bias e ainda a realização de estudos em diferentes populações de diferentes modalidades desportivas.

O estudo de Jones, et al., (2021) propõe ainda que apesar de já existirem estudos sobre o efeito da vibração na modulação do sistema nervoso central, mais investigação seria necessária para melhor elucidar o efeito desta terapia na nocicepção.

V. Conclusão

Após concluir esta revisão sistemática bem como a análise qualitativa dos dados, é possível perceber os benefícios da vibração tanto no tratamento da sensação retardada de desconforto muscular, em atletas, mas também em pessoas sem rotinas de treino. Os resultados apresentam alguma variação, mas a maioria dos estudos apresentou resultados positivos e até resultados significativos em relação a avaliação da diminuição de dor e a diminuição das perdas de força causadas por protocolos de dano muscular para assim provocar os sinais e sintomas da sensação retardada de desconforto muscular. A vibração também surge como uma técnica mais eficiente quando comparada com outras abordagens mais conhecidas e aplicadas de forma bastante recorrente, como é o caso do alongamento e do ultrassom. Tanto a vibração de corpo inteiro como a vibração local apresentaram resultados positivos, o que favorece a aplicação da que for mais favorável ou prática para o caso.

Finalmente é necessário encorajar a realização de estudos futuros para assim obter resultados mais relevantes cientificamente e mais rigorosos metodologicamente, para assim maximizar os bons resultados na teoria, desta forma extrapolar para a nossa prática clínica e obter os melhores resultados com futuros utentes, pois o objetivo máximo destes estudos deverá ser ajudar a melhorar a nossa intervenção diariamente com quem necessita de ajuda.

Bibliografia

- Abercromby, A. F. J., Amonette, W. E., Layne, C.S., Mcfarlin, B. K., Hinman, M. R. e Paloski, W. H. (2007). Variation in neuromuscular responses during acute whole-body vibration exercise. *Medicine Science Sports Exercise*, 39, 1642-1650.
- Albasini, A., Krause, M. e Rembitzki, I. (2010). Using Whole Body Vibration in Physical Therapy and Sport. *Edinburgh: Churchill Livingstone*.
- Allen, D., Lännergren, J. e Westerblad, H. (1995). Muscle cell function during prolonged activity: cellular mechanisms of fatigue. *Experimental Physiology*, 80, 497-527.
- Ascensão, J. Magalhães; Oliveira, J., Duarte, J. e Soares, J. (2003). Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 3(1), 108-123.
- Atefeh, A. F., Mohammad, R. H., Gholamreza, O., Saeed, T. e Amir, H. B. (2012). Effects of whole body vibration on prevention and attenuation of delayed-onset muscle soreness following eccentric exercises. *Spring*, 13(3), 313-321.
- Aminian-Far, A., Hadian, M. R., Olyaei, G., Talebian, S. e Bakhtiary, A. H. (2011). Whole-body vibration and the prevention and treatment of delayed-onset muscle soreness. *Journal of Athletic Training*, 46(1), 43-9.
- Andonian, P., Viallon, M., Le Goff, C., de Bourguignon, C., Tourel, C., Morel, J., Giardini, G., Gergelé, L., Millet, G. P., e Croisille, P. (2016). Shear-Wave Elastography Assessments of Quadriceps Stiffness Changes prior to, during and after Prolonged Exercise: A Longitudinal Study during an Extreme Mountain Ultra-Marathon. *PloS one*, 11(8).
- Armstrong, T. J., Buckle, P., Fine, L. J., Hagberg, M., Jonsson, B., Kilbom, A., Kuorinka, I. A., Silverstein, B. A., Sjogaard, G. e Viikari-Juntura, E. R. (1993). Conceptual model for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders. *Scand. J. Work Environ. Health*, 19(2), 73-84.
- Atefeh, A. F., Mohammad, R. H., Gholamreza, O., Saeed, T. e Amir, H. B. (2011). Whole-Body Vibration and the Prevention and Treatment of Delayed-Onset Muscle Soreness. *Journal of Athletic Training*, 46(1): 43-49.
- Bakhtiary, A. H., Safavi-Farokhi, Z. e Aminian-Far, A. (2007). Influence of vibration on delayed onset of muscle soreness following eccentric exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 41(3): 145-8.
- Bangsbo, J. (1997). Physiology of muscle fatigue during intense exercise. In T Reilly, M Orme. *The clinical pharmacology of sport and exercise*, Elsevier Science BV, 123-130.

Barr A.E., Barbe M.F. e Clark B.D. (2004). Systemic Inflammatory Mediators Contribute to Widespread Effects in Work-Related Musculoskeletal Disorders. *Exercise and sport sciences reviews*, 135-142.

Bazett-Jones, D. M., Finch, H. W. e Dugan, E. L. (2008). Comparing the effects of various whole-body vibration accelerations on counter-movement jump performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7(1), 144-150.

Betik, A. C., Parker, L., Kaur, G., Wadley, G. D., e Keske, M. A. (2021). Whole-Body Vibration Stimulates Microvascular Blood Flow in Skeletal Muscle. *Medicine and science in sports and exercise*, 53(2), 375–383.

Binder-Macleod, S. A. e Russ, D. (1999). Effects of activation frequency and force on low-frequency fatigue in human skeletal muscle. *Journal of applied physiology*, 86(4): 1337-1346.

Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., Viru, M., De Lorenzo, A., e Viru, A. (2000). Hormonal responses to whole-body vibration in men. *European journal of applied physiology*, 81(6), 449–454.

Broadbent, S., Rousseau, J. J., Thorp, R. M., Choate, S. L., Jackson, F. S. e Rowlands, D. S. (2010). Vibration therapy reduces plasma IL6 and muscle soreness after downhill running. *British journal of sports medicine*, 44(12), 888-94.

Byrne, C., Twist, C. e Eston, R. (2004). Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage - theoretical and applied implications. *Sports Medicine Journal*, 34, 49–69.

Cardinale, M. e Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and sport sciences reviews*, 31(1), 3–7.

Cardinale, M., Leiper, J., Erskine, J., Milroy, M. e Bell, S. (2006). The acute effects of different whole-body vibration amplitudes on the endocrine system of young healthy men: a preliminary study. *Clin Physiol Funct Imaging*, 26, 380-384.

Cardinale, M., Soiza, R. L., Leiper, J. B., Gibson, A. e Primrose, W. R. (2010). Hormonal responses to a single session of wholebody vibration exercise in older individuals. *British journal of Sports Medicine*, 44(4): 284-8.

Cardinale, M., e Lim, J. (2003). Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. *Journal of strength and conditioning research*, 17(3), 621–624.

Carson, R. G., Popple, A. E., Verschueren, S. M. P. e Riek, S. (2010). Superimposed vibration confers no additional benefit compared with resistance training alone. *Scand J Med Sci Sports*, 20, 827-833.

- Cheung K., Hume P. e Maxwell L. (2003). Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Medicine*, 33 (2), 145-164.
- Clarkson, P. M., e Hubal, M. J. (2002). Exercise-Induced Muscle Damage in Humans. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 81, 52–S69.
- Chin, E., Balnave, C. e Allen, D. (1997). Role of intracellular calcium and metabolites in low-frequency fatigue of mouse skeletal muscle. *The American journal of physiology*, 272(41), 550-559.
- Christiansen, B. A., e Silva, M. J. (2006). The Effect of Varying Magnitudes of Whole-Body Vibration on Several Skeletal Sites in Mice. *Annals of Biomedical Engineering*, 34(7), 1149–1156.
- Clarkson, P. M., Nosaka, K. e Braun, B. (1992). Muscle function after exercise induced muscle damage and rapid adaptation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(5), 512-520.
- Clarkson, P. M. e Sayers, S.P. (1999). Etiology of exercise-induced muscle damage. *Canadian Society for Exercise Physiology*, 24(3), 234-48.
- Cormie, P., Deane, R. S., Triplett, N. T. e McBride, J. M. (2006). Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength, and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 257-261.
- Cramer RM., Aagaard P., Qvortrup K., Langberg H., Olesen J. e Kjaer M. (2007). Myofibre damage in human skeletal muscle: effects of electrical stimulation versus voluntary contraction. *The journal of Physiology*, 583, 365–380.
- Crewther, B., Cronin, J. e Keogh, J. (2004). Gravitational forces and whole body vibration: implications for prescription of vibratory stimulation. *Physical Therapy in Sport*, 5(1), 37-43.
- Cronin, J., Nash, M. e Whatman, C. (2008). The acute effects of hamstring stretching and vibration on dynamic knee joint range of motion and jump performance. *Physical Therapy in Sport*, 9. 89–96.
- Delechuse, C., Roelants, M. e Sabine, V. (2003). Strength Increase after Whole-Body Vibration Compared with Resistance Training. *Medicine & Science in sport & exercise*, 6, 1033-1041.
- Di Giminiani, R., Masedu, F., Tihanyi, J., Scrimaglio, R., e Valenti, M. (2013). The interaction between body position and vibration frequency on acute response to whole body vibration. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 23(1), 245–251.
- Ebbeling, C. B., e Clarkson, P. M. (1989). Exercise-Induced Muscle Damage and Adaptation. *Sports Medicine*, 7(4), 207–234.

- Davis, M. e Bailey, S. (1997). Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 29(1), 45-57.
- Davis M. (1995). Central and peripheral factors in fatigue. *Journal of sports sciences*, 13, 49-S53.
- Davis, M. e Fitts, R. (2001). Mechanisms of muscular fatigue. In P Darcey, ACSM'S resource manual - guidelines for exercise testing and prescription, Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins, 184-190.
- Di Giminiani, R., Masedu, F., Padulo, J., Tihanyi, J., e Valenti, M. (2015). The EMG activity-acceleration relationship to quantify the optimal vibration load when applying synchronous whole-body vibration. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 25(6), 853–859.
- Di Loreto, C., Ranchelli, A., Lucidi, P., Murdolo, G., Parlanti, N., De Cicco, A., Tsarpela, O., Annino, G., Bosco, C., Santeusano, F., Bolli, G. B. e De Feo, P. (2004). Effects of whole-body vibration exercise on the endocrine system of healthy men. *Journal of Endocrinological Investigation*, 27, pp. 323–327.
- Elmantaser, M., McMillan, M., Smith, K., Khanna, S., Chantler, D., Panarelli, M. e Ahmed, S. F. (2012). A comparison of the effect of two types of vibration exercise on the endocrine and musculoskeletal System. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 12(3): 144-154.
- Enoka, R. e Stuart, D. (1992). Neurobiology of muscle fatigue. *Journal of applied physiology*, 72(5), 1631-1648.
- Fitts, R. e Metzger, J. (1988). Mechanisms of muscular fatigue. In Journal Poortmans, Principals of Exercise Biochemistry, 212-229.
- Favero T. G. (1999). Sarcoplasmic reticulum Ca(2+) release and muscle fatigue. *Journal of applied physiology*, 87(2), 471-483.
- Friden, J., Sfakianos, P. N. e Hargens, A. R. (1986). Muscle soreness and intramuscular fluid pressure: comparison between eccentric and concentric load. *Journal Applied Physiology*, 61(6), 2175-9.
- Fuller, J. T., Thomson, R. L., Howe, P. R., e Buckley, J. D. (2013). Effect of vibration on muscle perfusion: a systematic review. *Clinical physiology and functional imaging*, 33(1), 1–10.
- Games, K. E., Sefton, J. M., e Wilson, A. E. (2015). Whole-Body Vibration and Blood Flow and Muscle Oxygenation: A Meta-Analysis. *Journal of Athletic Training*, 50(5), 542–549.

Gandevia, S. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological reviews*, 81(4), 1725-1789.

Garrett J. (1990). Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 22 (4), 436-43

Garrett J. (1996). Muscle strain injuries. *American Journal Sports Medicine*, 24(6), 2-8

Gleeson, M., Walsh, N. P., Blannin, A. K., Robson, P. J., Cook, L. e Donnelly, A. E. (1998). The effect of severe eccentric exercise-induced muscle damage on plasma elastase, glutamine and zinc concentrations. *European Journal of Applied Physiology*, 77(6), 543-546.

Guével A., Hogrel J. e Marini J. (2000). Fatigue of elbow flexors during repeated flexion-extension cycles: Effect of movement strategy. *International journal of sports medicine*, 21, 492-498.

Gulick, D. T., Kimura, I. F., Sitler, M., Paolone, A. e Kelly, J. D. (1996). Various treatment techniques on signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *J. Athl Train*, 31(2), 145-52.

Guo, J., Li, L., Gong, Y., Zhu, R., Xu, J., Zou, J., e Chen, X. (2017). Massage Alleviates Delayed Onset Muscle Soreness after Strenuous Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in physiology*, 8, 747.

Hagbarth, K. E. e Eklund, G. (1969). The muscle vibrator--a useful tool in neurological therapeutic work. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 1(1).

Halsberghe, Bart (2010). Whole Body Vibration Therapy/Training (WBVT). Issurin, V. B., Liebermann, D. G. e Tenenbaum, G. (1994). Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *Journal of Sports Science*, 12(6), 561-566.

Hazell TJ., Thomas GW., Deguire JR. e Lemon PW (2008). Vertical whole-body vibration does not increase cardiovascular stress to static semi-squat exercise. *Eur J Appl Physiol*, 104:903-908.

Issurin, V. B. e Tenenbaum, G. (1999). Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *Journal of Sports Science*, 17(3), 177-182.

Jacobs, P. L e Burns, P. (2009). Acute enhancement of lower extremity dynamic strength and flexibility with whole-body vibration. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 51-57.

Jamurtas, A. Z., Theocharis, V., Tofas, T.; Tsiokanos, A., Yfanti, C. e Paschalis, V. (2005). Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage. *European Journal of Applied Physiology*, 95(2-3), 179-185.

- Kerschman-Schindl, K., Grampp, S., Henk, C., Resch, H., Preisinger, E., Fialka-Moser, V., e Imhof, H. (2001). Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. *Clinical physiology (Oxford, England)*, 21(3), 377–382.
- Kinser, A. M., Ramsey, M. W., O`Bryant, H. S., Ayres, C. A., Sands, W. A. e Stone, M. H. (2008). Vibration and stretching effects on flexibility and explosive strength in young gymnasts. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40, 133-140.
- Koeda, T., Ando, T., Inoue, T., Kamisaka, K., Tsukamoto, S. e Torikawa, T. (2003). A trial to evaluate experimentally induced delayed onset muscle soreness and its modulation by vibration. *Environmental Medicine: annual report of the Research Institute of Environmental Medicine, Nagoya University*, 47, 22-25.
- Legg, S. G. e Hooker, M. G. (2004). The short-term effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 828-832.
- Lohman, E. B., Petrofsky, J. S., Maloney-Hinds, C., Betts-Schwab, H. e Thorpe, D. (2007). The effect of whole body vibration on lower extremity skin blood flow in normal subjects. *Journal Medicine Science Monit*, 13(2), 71-76.
- Loram, I. D., Stannard, S. R. e Rittweger, J. (2009). Changes in joint angle, muscle tendon complex length, muscle contractile tissue displacement, and modulation of EMG activity during acute whole body vibration. *Muscle & nerve*, 40(3), 420-9.
- Lovell, R., Midgley, A., Barrett, S., Carter, D. e Small, K. (2013). Effects of different half-time strategies on second half soccer-specific speed, power, and dynamic strength. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23, 105-113.
- Luo, J., McNamara, B. e Moran, K. (2005) The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Medicine*, 35, 23-41.
- Lythgo, N., Eser, P., De Groot, P. e Galea, M. (2009). Whole-body vibration dosage alters leg blood flow. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 29, 53-59.
- MacIntyre, D., Reid, W. e McKenzie, D. (1995). Delayed muscle soreness. *Sports medicine*, 20(1), 24-40.
- McKenna M. (1992). The roles of ionic processes in muscular fatigue during intense exercise. *The American journal of sports medicine*, 13(2), 134-145.
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., e Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical therapy*, 83(8), 713-721.
- Mahbub, M. H., Hiroshige, K., Yamaguchi, N., Hase, R., Harada, N., e Tanabe, T. (2019). A systematic review of studies investigating the effects of controlled whole-body

vibration intervention on peripheral circulation. *Clinical physiology and functional imaging*, 39(6), 363–377.

Malm, C., Nyberg, P., Engstrom, M., Sjodin, B., Lenkei, R., Ekblom, B., e Lundberg, I. (2000). Immunological changes in human skeletal muscle and blood after eccentric exercise and multiple biopsies. *The Journal of physiology*, 529 Pt 1(Pt 1), 243–262.

Marin, P. J., Bunker, D., Rhea, M. e Ayllon, F. (2009). Neuromuscular activity during whole-body vibration of different amplitudes and footwear conditions: implications for prescription of vibratory stimulation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(8): 2311-2316.

Martin, B. J. e Park, H. S. (1997). Analysis of the tonic vibration reflex: Influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue. *European Journal of Applied Physiology*, 75, 504-511.

Merriman, H. e Kurt, J. (2009). The Effects of Whole-Body Vibration Training in Aging Adults: A Systematic Review. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 32(3): 134-145.

Mischi, M. e Cardinale, M. (2009). The effects of a 28-Hz vibration on arm muscle activity during isometric exercise. *Medicine Science in Sports Exercise*, 41(3): 645-652.

Mizumura, K. (2008). Muscular pain mechanisms: brief review with special consideration of delayed-onset muscle soreness. *Novel Trends in Brain Science*, 203-224.

Miyamoto, N., Hirata, K., Inoue, K., e Hashimoto, T. (2019). Muscle Stiffness of the Vastus Lateralis in Sprinters and Long-Distance Runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(10), 2080–2087.

Munn, Z., Peters, M. D. J., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., e Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Medical Research Methodology*, 18(1).

Munn Z., Stern C., Aromataris E., Lockwood C. e Jordan Z. (2018) What kind of systematic review should I conduct? A proposed typology and guidance for systematic reviewers in the medical and health sciences. *BMC Med Res Methodol*, 18(1):5

Newham, D. J., Mills, K. R. e Quigley, R. (1982). Muscle pain and tenderness after exercise. *Aust J Sports Med Exerc Sci*. 14, 129-31.

Nelson, N. (2013). Delayed onset muscle soreness: is massage effective? *Journal of bodywork and movement therapies*, 17(4): 475-482.

Nelson, S. P. (2011). Effectiveness of a protocol involving acute whole-body vibration exercises in an adult and health individual with delayed-onset muscle soreness observed after running: a case report. *Journal of Medicine and Medical Sciences*, 2(1): 612-617.

Pagala, M., Ravindran, K., Amaladevi, B., Namba, T. e Grob, D. (1994). Potassium and caffeine contractures of mouse muscles before and after fatiguing stimulation. *Muscle and Nerve*, 17, 852-859.

Pearson, A. (2004). Balancing the evidence: incorporating the synthesis of qualitative data into systematic reviews. *JBI Reports*, 2(2), 45–64.

Prisby, R. A., Lafage-Proust, M. H., Malaval, L., Belli, A. e Vico, L. (2008). Effects of whole body vibration on the skeleton and other organ systems in man and animal models: What we know and what we need to know. *Ageing Research Reviews*, 7, 319–329.

Proske, U. e Allen T. J (2005). Damage to skeletal muscle from eccentric exercise. *Exerc Sport Sci Rev.*, 33, 98–104.

Rauch, F., Sievanen, H., Boonen, S., Cardinale, M., Degens, H., Felsenberg, D., Roth, J., Schoenau, E., Verschueren, S. e Rittweger, J. (2009). Reporting whole-body vibration intervention studies: Recommendations of the International Society of Musculoskeletal and Neuronal Interactions. *Journal of musculoskeletal e neuronal interactions*, 10(3), 193-198.

Rhea, M., Bunker, D., Marin, P. e Lunt, K. (2009). Effect of iTonic whole-body vibration on delayed-onset muscle soreness among untrained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1677-1682.

Rittweger, J., Beller, G. e Felsenberg, D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man, *Clinical Physiology*, 20(2), 134-142.

Rittweger, J., Mutschelknauss, M., e Felsenberg, D. (2003). Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clinical physiology and functional imaging*, 23(2), 81–86.

Rittweger, J., Schiessl, H., e Felsenberg, D. (2001). Oxygen uptake during whole-body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement. *European journal of applied physiology*, 86(2), 169–173.

Roberts, D. e Smith, D. (1989). Biochemical aspects of peripheral muscle fatigue - a review. *The American journal of sports medicine*, 7, 125-138.

Sadeghi, S., Newman, C., e Cortes, D. H. (2018). Change in skeletal muscle stiffness after running competition is dependent on both running distance and recovery time: a pilot study. *PeerJ*, 6, 4469.

Safran, M. R., Seaber, A. V. e Garrett Jr., W. E. (1989). Warm-up and muscular injury prevention. *An update Sports Med*, 8(4): 239-249

Sahlin, K. (1992). Metabolic factors in fatigue. *Sports Med*, 13(2). 99-107.

- Sands, W. A., McNeal, J. R., Stone, M. H., Russell, E. M., e Jemni, M. (2006). Flexibility enhancement with vibration: Acute and long-term. *Medicine and science in sports and exercise*, 38(4), 720–725.
- Santos, C. M. da C., Pimenta, C. A. de M., e Nobre, M. R. C. (2007). The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 15(3), 508–511.
- Sayers, S. P. e Clarkson, P. M. (2001). Force recovery after eccentric exercise in males and females. *European Journal of Applied Physiology*, 84(1-2), 122-126.
- Segersted, O. e Sjøgaard, G. (2000). Dynamics and consequences of potassium shifts in skeletal muscle and heart during exercise. *Physiological Reviews*, 80(4), 1411-1481.
- Seixas, A., Silva, A., Gabriel, J. e Vardasca, R. (2012). The effect of whole body vibration in the skin temperature of lower extremities in healthy subjects. *Book of Proceedings – Appendix 1 of Thermology international*, 22(3): 59-66.
- Sellwood, K. L., Brukner, P., Williams, D., Nicol, A., e Hinman, R. (2007). Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial. *British journal of sports medicine*, 41(6), 392–397.
- Serravite, D. H., Perry, A., Jacobs, K. A., Adams, J. A., Harriell, K., e Signorile, J. F. (2014). Effect of Whole-Body Periodic Acceleration on Exercise-Induced Muscle Damage after Eccentric Exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(6), 985–992.
- Stannard, S. R. (2005). Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 860-865.
- Slack, M. (2006). Interpreting current physical activity guidelines and incorporating them into practice for health promotion and disease prevention. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 63(1). 1647-1653.
- Stannard, S. R., Firth, E. C., e Rittweger, J. (2010). Comparing muscle temperature during static and dynamic squatting with and without whole-body vibration. *Clinical physiology and functional imaging*, 30(4), 223–229.
- Sonza, A., Maurera, C., Achavalb, M., Zarob, M. A. e Nigga, B. M. (2013). Human cutaneous sensors on the sole of the foot: Altered sensitivity and recovery time after whole body vibration. *Neuroscience Letters*, 533, 81– 85.
- Sonza, A., Robinson, C. C., Achaval, M., e Zaro, M. A. (2015). Whole body vibration at different exposure frequencies: infrared thermography and physiological effects. *TheScientificWorldJournal*, 2015, 452657.

Taylor, J., Allen, G., Butler, J. e Gandevia, S. (2000). Supraespal fatigue during intermittent maximal voluntary contractions of human elbow flexors. *J Appl Physiol*, 89, 305-313.

Tidball, J. G. (1991). Myotendinous junction injury in relation to junction structure and molecular composition. *Exerc Sport Science Rev*, 19. 419-45.

Van den Tillaar, R. (2006). Will whole-body vibration training help increase the range of motion of the hamstrings?. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 192-196.

Veqar, Z. (2014). Vibration Therapy in Management of Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). *Journal of clinical and diagnostic research*.

Warman, G., Humphries, B. e Purton, J. (2002). The effects of timing and application of vibration on muscular contractions, *Aviation Space and Environmental Medicine*, 73(2): 119-127.

Weir J., Mahoney K., Haan K e Davis A (1999). Influence of electrode orientation on electromyographic fatigue indices of the vastus lateralis. *J of Exerc Physiol*. 2 (3),15-20.

Weerakkody, N. S., Whitehead, N. P., Canny, B. J., Gregory, J. E. e Proske, U. (2001). Large-fiber mechanoreceptors contribute to muscle soreness after eccentric exercise. *The Journal of Pain*, 2(4), 209-219.

Wheeler, A. A. e Jacobson, B. H. (2013). Effect of whole body vibration on delayed onset muscle soreness, flexibility and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(9), 2527-2532.

William, K. I., Earlene, D., William, M. e Shauna, A. (1992). The Effects of Ice Massage, Ice Massage with Exercise, and Exercise on the Prevention and Treatment of Delayed Onset Muscle Soreness. *Journal of Athletic Training*, 27(3). 208-217.

