

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA

Pedro Lopez da Cruz

EFEITO DO TREINAMENTO MULTICOMPONENTE NOS DECLÍNIOS DA
SÍNDROME DA FRAGILIDADE FÍSICA: REVISÃO SISTEMÁTICA E METÁNALISE
DE ENSAIOS CLÍNICOS

PORTO ALEGRE

2016

Pedro Lopez da Cruz

EFEITO DO TREINAMENTO MULTICOMPONENTE NOS DESFECHOS DA
SÍNDROME DE FRAGILIDADE: REVISÃO SISTEMÁTICA E METÁNALISE DE
ENSAIOS CLÍNICOS.

Monografia apresentada à Escola de Educação
Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul como pré-requisito para
obtenção do grau de licenciado em Educação Física.
Orientador: Prof. Dr. Eduardo da Lusa Cadore

Orientador: Prof. Dr. Eduardo da Lusa Cadore

PORTO ALEGRE

2016

Pedro Lopez da Cruz

EFEITO DO TREINAMENTO MULTICOMPONENTE NOS DESFECHOS DA
SÍNDROME DE FRAGILIDADE: REVISÃO SISTEMÁTICA E METÁNALISE DE
ENSAIOS CLÍNICOS.

Conceito Final:

Aprovado em de de

BANCA EXAMINADORA

Avaliadora: Prof^a. Dr^a. Ronei Silveira Pinto

Orientador: Prof. Dr. Eduardo da Lusa Cadore

AGRADECIMENTOS

Acredito que nada disso poderia ser possível sem a educação e os ensinamentos de minha família. **Roseli Machado Lopez** me ensinou como é importante nunca desistir daquilo que se almeja, e da importância do caráter e valores nas nossas relações, **Lucas Lopez da Cruz** e **Miguel Lopez da Cruz** ensinaram a importância de saber compartilhar e refletir sobre o convívio em grupo, **Edson Boschi da Cruz** mostrou a importância do compromisso dentro das nossas relações de trabalho. Não poderia deixar de citar os familiares que estiveram próximos da minha construção como pessoa, **Norma Machado, Samuel Lopez, Enio Lopez, Rosane Machado Lopez, Roberto Machado Lopez, Ivanice Beatriz de Oliveira Lopez, Vinícius de Oliveira Lopez, Gabriel de Oliveira Lopez, Rogério Machado Lopez, Rafael de Caneda Lopez, Matheus de Caneda Lopez, Vera Lucia Boschi, Ivone Boschi, Eliane Boschi da Cruz, Priscilla Boschi, Elder Boschi da Cruz, Maria Heloisa dos Santos, Kim Boschi, Liz Boschi, Elisete Boschi da Cruz, Sérgio Ferreira, Sérgio Ferreira Junior, Renata Boschi e Giovani** agradeço por todo este tempo de acompanhamento.

Entretanto, família, nós também escolhemos, e eu não poderia deixar de citar os meus irmãos e irmãs que estão sempre comigo. **Hiuri Scarpari, Vinicius de Lima Dias, e Vitor Citadin, e Luíza de Costa Medeiros Werner** são pessoas fantásticas que vem convivendo comigo ao longo de formidáveis 10 anos, sendo responsáveis pelas minhas maiores aventuras e boa parte dos meus melhores momentos no planeta Terra. **Cássio de Souza, Helena de Moura Vogt, Josué Monteiro, e Paulo Sérgio Dutra** são presentes que Porto Alegre me deu e me fizeram acreditar que amizades verdadeiras surgem nas mais espontâneas relações, sendo a manutenção para seguir acreditando na sua beleza e honestidade. **Alexandre Medeiros, Gabriel Abreu, e Max Dutra** são vencedores e me mostraram coisas bonitas que a Enfermagem não conseguiu me mostrar, amizades que perduraram mesmo com as mudanças que a vida nos proporciona. **Anderson Rech, Carlos Leonardo Machado, Felipe Minozzo, Rafael Grazioli e Regis Radaelli** mostraram que se você fizer o que gosta não terá que trabalhar nem um dia na sua vida, e que destas relações de trabalho, também, surgem grandes amizades com potencial para uma vida inteira. Não poderia deixar de citar amigos que fizeram parte do meu convívio, **Guilherme Andrade, Paulo Henrique Lange, José Paulo Abero, Derli Scarpari, Liziane Scarpari, Winny Scarpari, Sandra Dias, Adriana de Medeiros, Amarildo Martins, Teo Scalcon, Beatriz de Medeiros, Silvana de Medeiros, Eduarda Gomes, Rafaela Gomes, Solange de Souza, Silvano de Souza, Camila de Souza, Pietro, Lucas Demichei, Camila de Moura Vogt, Alice de Moura Vogt, Magda e Paulo**

Dutra, Guilherme, Juliano Bernardini, Mauro Soares, Artur Birk, Artur Sigallis, Bernardo Fleck, Bruno Rahl, Diego Kwecko, Filipe Veeck, Hallan Guedes, Gabriela Petry, Gustavo Cunha, João Henkin, Juliano Duarte, Lucas Beal, Renan Prates, Ricardo Gehrke, Ulysses, Cintia Botton, Clarissa Brusco, Diana Muller, Juliana Lopes, Larissa Xavier, Lucineia Pfeifer, Marcelo Gava, Cintia Fiori, e Roberto Pacheco.

Não poderia deixar de agradecer aos grandes orientadores que tive nesta vida acadêmica. Durante minha formação em Enfermagem, **Deniz Martinez, Cintia Fiori, e Roberto Pacheco** foram responsáveis pelo grande senso de responsabilidade que adquiri na minha formação, ensinaram a necessidade que temos de estar sempre focados e atrás daquilo que queremos. Após minha mudança para Educação Física fui novamente acolhido por pessoas que confiaram no meu trabalho, **Ronei Silveira Pinto, Regis Radaelli, Anderson Rech e Eduardo de Lusa Cadore** deram continuidade a minha formação e foram pessoas que depositaram confiança e mostraram-me minha própria capacidade. A estes grandes mestres, o meu enorme agradecimento.

Em última instância, gostaria de agradecer à Universidade Federal do Rio Grande do Sul por possibilitar que eu estudasse sem custos. Não teria condições de pagar pelo curso superior, e agradeço a existência e manutenção da Universidade Pública durante este tempo, e gostaria de frisar a necessidade desta continuidade. Agradeço ao povo brasileiro por ter custeado esta educação, e mostrarei-os o quanto posso retribuir após este momento de formação.

A todos estes, meu mais sincero e puro agradecimento!

RESUMO

A fragilidade é uma síndrome que atinge até 38% dos idosos acima de 65 anos, sendo impactante para a saúde do indivíduo idoso. O exercício físico é reportado como um dos mais importantes componentes na prevenção e tratamento da fragilidade. Assim, o objetivo deste estudo é revisar sistematicamente os efeitos do treinamento de força realizado com exercícios multicomponentes sobre a hipertrofia, força, potência, desempenho funcional, e incidência de quedas em indivíduos fisicamente frágeis. A busca dos estudos foi realizada nas bases de dados MEDLINE, Cochrane CENTRAL, PEDro, além da busca manual nos últimos 10 anos. A busca inicial identificou 234 trabalhos, sendo 17 para análise qualitativa e 11 para análise quantitativa. A revisão sistemática evidenciou uma grande variabilidade de resultados, com tendência a melhora significativa nas variáveis avaliadas. A meta-análise constatou efeito positivo de maiores tempos de intervenção nas variáveis de força (0,76 DP; IC 95%: 0,08 – 1,43) e bateria de testes (0,52; IC 95%: 0,29 - 0,76), enquanto demonstrou efeito positivo da intervenção sobre o teste de levantar, ir e voltar (-0,96 DP; IC 95%: -1,55 – 0,37). Além disso, demonstrou efeito positivo quando a prescrição do treinamento foi realizada a partir de percentuais de 1-RM (0,9 DP; IC 95%: 0,43 - 1,37). Como conclusão, o treinamento multicomponente, vinculado ao treinamento de força, tem se mostrado como uma ferramenta eficiente para melhorar os aspectos físicos relacionados a síndrome de fragilidade, sendo que períodos mais longos de treinamento, e a prescrição do treinamento de força baseada nos percentuais de 1-RM são importantes critérios para o planejamento do treinamento nesta população.

ABSTRACT

Frailty is an age-related syndrome which affects up than 38% of elderly over 65 years old, impacting elderly health. Exercise is one of the most important components in the prevention and treatment of frailty. Therefore, we review systematically the effect of resistance training alone or combined with multicomponent exercise intervention on muscle hypertrophy, maximal strength, power output, functional performance, and incidence of falls in physically frail elderly. A literature search was conducted in the databases MEDLINE, Cochrane CENTRAL, PEDro, as well as manual search in the last 10 years. The initial search identified 234 studies, 17 were used for qualitative analysis and 11 studies were selected to quantitative analysis and describing the effect of strength training performed alone or included in a multicomponent exercise intervention on the outcome variables. The systematic review shows higher variability on outcomes while shows significant increases. The meta-analysis shows positive effects of longer intervention periods on maximum strength (0.76 SMD; CI 95%: 0.08 – 1.43) and SPPB (0.52 SMD; CI 95%: 0.29 – 0.76) while positive effects was observed on TUG (-0.96 SMD; CI 95%: -1.55 – -0.37). Furthermore, positive effects was observed in studies which prescribing intensity by %1-RM (0.9 SMD; CI 95%: 0.43 – 1.37). In summary, multicomponent training with strength training has been show as efficient tool for increases physical aspects regarding frailty. Longer period's e intensity prescription was shown as important criteria to training routine on this population.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	10
2.OBJETIVO	11
2.1.OBJETIVO GERAL.....	11
3.REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1.PROCESSO DE ENVELHECIMENTO	11
3.2.CONCEITUANDO E AVALIANDO A FRAGILIDADE FÍSICA	12
3.3.SARCOPENIA	13
3.4.DINAPENIA.....	15
3.4.1.DINAPENIA E OS PREJUÍZOS SOBRE A FUNÇÃO NEUROMUSCULAR.....	16
3.4.2.DECLÍNIO DA FORÇA MÁXIMA.....	16
3.4.3.DECLÍNIO DA POTÊNCIA MUSCULAR	17
3.4.4.CAPACIDADE FUNCIONAL.....	18
3.5.QUEDAS	20
3.6.TREINAMENTO DE FORÇA E SUAS REPERCUSSÕES NOS DESFECHOS DA SÍNDROME DE FRAGILIDADE	21
3.6.1.MASSA MUSCULAR.....	21
3.6.2.FORÇA MUSCULAR DE MEMBROS INFERIORES.....	22
3.6.3.POTÊNCIA MUSCULAR.....	23
3.6.4.CAPACIDADE FUNCIONAL.....	23
3.6.5.INCIDÊNCIA DE QUEDAS	27
4.MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
4.1.TIPO DE ESTUDO	27
4.2.QUESTÃO DE PESQUISA	27
4.3.ESTRATÉGIA DE BUSCA	28
4.4.CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE	29
4.5.SELEÇÃO DOS ESTUDOS	30
4.6.AVALIAÇÃO DA QUALIDADE METODOLÓGICA	30
4.7.EXTRAÇÃO DE DADOS PARA ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA	30
4.8.ANÁLISE DOS DADOS.....	31
5.RESULTADOS	29
5.1.DESCRICÃO DOS ESTUDOS.....	32

5.1.1.AVALIAÇÃO DO RISCO DE VIÉS	40
5.1.2.MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	41
5.1.3.METODOLOGIA DE TREINAMENTO	43
5.1.4.TEMPO DE INTERVENÇÃO.....	43
5.1.5.VARIÁVEIS DE PRESCRIÇÃO NO TREINAMENTO DE FORÇA	44
5.1.6.MASSA MUSCULAR.....	45
5.1.7.FORÇA MUSCULAR	45
5.1.8.POTÊNCIA MUSCULAR.....	46
5.1.9.CAPACIDADE FUNCIONAL.....	46
5.1.10.QUEDAS.....	48
5.1.11.TREINAMENTO MULTICOMPONENTE E EVENTOS ADVERSOS	48
5.2.METÁNALISE.....	48
5.2.1.EFEITOS DO TREINAMENTO MULTICOMPONENTE NA FORÇA MÁXIMA	48
5.2.2.EFEITOS DO TREINAMENTO MULTICOMPONENTE NO TESTE DE VELOCIDADE DE MARCHA	50
5.2.3.EFEITOS DO TREINAMENTO MULTICOMPONENTE NO TESTE DE LEVANTAR, IR E VOLTAR.....	51
5.2.4.EFEITOS DO TREINAMENTO MULTICOMPONENTE NO SPPB	52
6.DISSCUSSÃO	53
7.CONCLUSÃO.....	57
8.REFERÊNCIAS	58

1.INTRODUÇÃO

A fragilidade é uma síndrome que atinge até 38% dos idosos acima de 65 anos, sendo impactante para o indivíduo idoso, sua família, e para sociedade (FRIED ET AL, 2001). Devido a grande quantidade de variáveis relacionadas com a síndrome de fragilidade e a complexidade de suas interações, não existe apenas uma única definição sobre fragilidade (MARKLE-REID AND BROWNE, 2003; ABELLAN VAN KAN ET AL, 2008; RODRIGUEZ-MAÑAS ET AL, 2013). Fried et al (2011) conceituaram a fragilidade a partir de componentes físicos, como a perda de peso não-intencional, exaustão auto-referida, baixa capacidade de produzir força, baixa velocidade de marcha, e baixos níveis de atividade física. Enquanto que Rockwood et al (1999) entendem a síndrome a partir da dificuldade de realizar as atividades da vida diária. Apesar destas diferentes definições, existe um consenso quanto a seu estado de vulnerabilidade, causado pela diminuição da interação de diversos sistemas, e que leva ao aumento de diversos desfechos negativos na saúde (HOGAN ET AL, 2003; FERRUCCI ET AL, 2004), colocando o indivíduo frágil sob alto risco de incapacidades, hospitalizações, morbidades e morte. No presente trabalho, síndrome de fragilidade será entendida como a presença dos componentes no questionário de fragilidade (FRIED ET AL, 2001) e as dificuldades em realizar tarefas da vida diária (ROCKWOOD ET AL, 1999). A partir do conhecimento dos efeitos deletérios da síndrome de fragilidade sobre os indivíduos, a inserção de programas de treinamento, voltados para essa população, deveriam ser entendidos como prioridade para saúde pública.

O exercício físico é reportado como um dos mais importantes componentes na prevenção e tratamento da fragilidade. Os benefícios na melhora da capacidade funcional, incidência de quedas, marcha, equilíbrio, capacidade cardiorespiratória, e força têm sido evidenciados em recentes estudos (LIU AND FIELDING, 2011; FREIBERGER ET AL, 2012; CADORE ET AL, 2013A; CADORE ET AL, 2013B). Dentre os tipos de intervenção propostos, os envolvendo exercícios multicomponente (i.e. programas de treinamento compostos por diferentes modalidades de treino, como treinamento aeróbico, retreino de marcha, treinamento de força, treinamento de equilíbrio entre outros), e particularmente aqueles que envolvem treinamento de força, parecem ser os mais eficientes em amenizar os prejuízos causado pela síndrome de fragilidade (CADORE ET AL, 2013B, IZQUIERDO ET AL, 2016). Algumas revisões têm abordado o efeito do exercício físico no tratamento da síndrome de fragilidade (DANIELS ET AL, 2008; THEOU ET AL, 2011; CHOU ET AL, 2012; CADORE ET AL, 2013A; GINÉ-GARRIGA ET AL, 2014), sendo três revisões

sistemáticas (DANIELS ET AL, 2008; THEOU ET AL, 2011; CADORE ET AL, 2013A) e duas revisões sistemáticas com meta-análise (CHOU ET AL, 2012; GINÉ-GARRIGA ET AL, 2014). Entretanto, em relação as meta-análises existentes, nenhuma delas tem abordado, de forma abrangente, o efeito do treinamento de força realizado em conjunto com exercícios multicomponentes nos aspectos neuromusculares, morfológicos, e funcionais da síndrome de fragilidade, deixando uma lacuna na literatura relativa a essa modalidade.

Giné-Garriga et al (2014) realizou uma meta-análise sobre o efeito do exercício no desempenho físico de indivíduos fisicamente frágeis. Efeitos significantes das intervenções foram encontrados na velocidade de marcha usual, velocidade de marcha rápida, baterias de testes (i.e. SPPB), e alguns testes de equilíbrio (i.e. Semi-tandem, e escore de equilíbrio de Berg). Porém, devido a limitações como, seleção dos estudos usados e a falta de sub-análises nas variáveis avaliadas, não se pode avaliar especificamente se diferenças metodológicas na prescrição do treinamento de força utilizado seriam responsáveis por maiores efeitos em indivíduos frágeis. Sendo assim, o objetivo desta revisão sistemática é integrar as evidências sobre o efeito do treinamento de força realizado com exercícios multicomponentes sobre a hipertrofia, força, potência, desempenho funcional, e incidência de quedas em indivíduos fisicamente frágeis. Especificamente, serão avaliados 1) o efeito do treinamento de força realizado em conjunto com exercícios multicomponentes comparados ao grupo controle, e; 2) determinar se as diferenças no período de intervenção e diferenças no método de prescrição do treinamento de força influenciam no tamanho do efeito nas variáveis observadas.

2.OBJETIVO

2.1.OBJETIVO GERAL

Revisar sistematicamente os efeitos da prescrição do treinamento de força realizado em conjunto com exercícios multicomponentes, comparado ao grupo controle, nos aspectos neuromusculares, funcionais e incidência de quedas, em indivíduos fisicamente frágeis.

3.REVISÃO DE LITERATURA

3.1.PROCESSO DE ENVELHECIMENTO

O envelhecimento é um processo associado a mudanças no organismo, quais resultam em alterações negativas sobre o sistema neuromuscular (ROUBENOFF AND HUGHES, 2000; DOHERTY 2003). Perda de massa muscular (ROUBENOFF AND HUGHES, 2000; DOHERTY 2003), diminuição na capacidade de produzir força máxima e potência muscular,

(LAURETANI ET AL, 2003) são consequências bem conhecidas do processo de envelhecimento. Esta série de alterações, repercutem de maneira negativa na independência e na qualidade de vida da população idosa, pois prejudicam a realização de atividades da vida diária e a independência dos indivíduos, além de aumentarem o o risco de quedas (RANTANEN ET AL, 1999; LAURETANI ET AL, 2003), taxas de hospitalização e risco de morte (NEWMAN ET AL, 2006; RUIZ ET AL, 2008). Apesar do envelhecimento ser um processo contínuo, quando os declínios naturais não são amenizados, o processo pode acabar por não acontecer de forma saudável. A diminuição das reservas fisiológicas acomete de forma perigosa a resistência do organismo frente a diferentes eventos, levando ao desenvolvimento de uma síndrome, chamada de fragilidade. A síndrome de fragilidade é considerada de alta prevalência com o avançar da idade e confere riscos mais altos para diferentes desfechos de saúde, incluindo mortalidade, institucionalização, risco de quedas e hospitalizações (SPEECHLEY ET AL, 1991; WINOGRAD, 1991; ROCKWOOD ET AL, 1999). O conceito de fragilidade pode ser associado a incapacidade física (WINOGRAD ET AL, 1991; CAMPBELL ET AL, 1997; ROCKWOOD ET AL, 1999), ao aparecimento de comorbidades (WINOGRAD ET AL, 1991) ou avançado estado de envelhecimento (WINOGRAD ET AL, 1991).

3.2. CONCEITUANDO E AVALIANDO A FRAGILIDADE FÍSICA

Existe um consenso que as já conhecidas características do processo de envelhecimento como declínios na massa magra, na capacidade de produzir força, resistência muscular, equilíbrio, desempenho de marcha, e baixa atividade física também marcam a síndrome de fragilidade (BUCHNER AND WAGNER, 1992; CAMPBELL AND BUCHNER, 1997; FRIED ET AL, 1998; FRIED ET AL, 2001). Fried et al (2001) em um importante estudo de coorte, buscaram identificar um fenótipo para síndrome de fragilidade e validar os desfechos associados para predição desta síndrome. Sua hipótese inicial era de que a perda de massa muscular (sarcopenia), diminuição da capacidade de captação do oxigênio (VO2 max), diminuição da taxa metabólica, diminuição da força e potência, diminuição na velocidade de marcha, e diminuição do gasto energético seriam importantes pilares para o diagnóstico de fragilidade e seus desfechos desfavoráveis.

O estudo avaliou 5317 sujeitos, com idade entre 65 e 101 anos. Após 7 anos de acompanhamento, foi validado um instrumento baseado nos pilares do estudo, e ajustado por gênero e pelo índice de massa corpórea (IMC). Os critérios baseados em perda não-intencional de peso, baixa capacidade de gerar força, exaustão auto-referida, lentidão, baixo

nível de atividade física (baseado na energia gasta durante a semana) demonstraram validade para prever desfechos como risco de quedas, hospitalizações, desequilíbrios e morte, em idosos. O estudo definiu que a presença da fragilidade estaria na confirmação de 3 ou mais critérios, enquanto indivíduos pré-frágeis ou intermediários apresentariam 1 ou 2 critérios presentes, respectivamente.

Alguns estudos observaram prejuízos na capacidade funcional de indivíduos idosos, que não eram necessariamente frágeis, mas apresentam graves declínios, como baixa capacidade de produzir força, desequilíbrio, e prejuízos funcionais, induzindo a um histórico de quedas (GARCIA-GARCIA ET AL, 2011; MORIE ET AL, 2010; KIM AND SHIWAKU, 2012; FREIBERGER ET AL, 2012). Sendo assim, para poder abranger todos aqueles que apresentam qualquer declínio funcional, o conceito de fisicamente frágil será utilizado. Além dos critérios estabelecidos por Fried et al (2001), outros critérios podem ser utilizados para avaliar indivíduos fisicamente frágeis. Sujeitos institucionalizados, com baixos escores em baterias de testes, e com históricos de quedas, apresentam grandes prejuízos funcionais, corroborando para um estágio de fragilidade física. Sendo que uma importante idéia conceitual da fragilidade é que o foco deve ser dado aos aspectos funcionais, e não aos diagnósticos de doença (IZQUIERDO ET AL, 2016).

A partir disso, também serão considerados fisicamente frágeis, os idosos que apresentarem pelo menos 1 dos critérios definidos por Fried et al (2001), que forem institucionalizados com baixo status funcional (e.g. testes de velocidade de marcha), indivíduos com histórico de quedas, e com escores funcionais avaliados por baterias de teste validadas (e.g. Short Physical Performance Battery). O efeito do processo do envelhecimento e fragilidade sobre estes aspectos estão documentado em estudos experimentais. Deste modo, essas variáveis serão abordadas nos próximos tópicos deste documento.

3.3.SARCOPENIA

Uma das características do envelhecimento é a redução involuntária na quantidade muscular. O termo sarcopenia, foi originalmente definido a duas décadas atrás (ROSENBERG, 1997), do grego, literalmente significa “perda de carne”, referindo-se ao processo de perda da massa muscular. O termo sarcopenia, apesar de primeiramente, ser utilizado, para descrever as perdas que acontecem na massa muscular, apresentou algumas divergências na literatura, sendo que o termo abrangeu, também, as mudanças na inervação do sistema nervoso central e periférico, status hormonal, efeitos inflamatórios, e mudanças no

balanço energético em alguns estudos anteriores (CRUZ-JENTOFT ET AL, 2010). Estes efeitos são considerados contribuintes para a perda da mobilidade, diminuição na independência, e a propensão a fragilidade, presente em muitos dos idosos. Como a população idosa tem aumentado sua expectativa de vida, devido ao desenvolvimento das estratégias de saúde, é de extrema importância que se compreenda os mecanismos que levam a sarcopenia.

Estudos prévios, utilizando diferentes formas de avaliação (ex. Tomografia, densitometria, hidrodensitometria, e impedância elétrica), estimaram perdas de aproximadamente 1% ao ano, entre os 20 e 90 anos (PORTER ET AL, 1995; VANDERVOORT, 2002; DOHERTY, 2003), ou ainda decréscimos de 25-35% em indivíduos idosos (66-77 anos) quando comparados a indivíduos jovens (19-34 anos) (OVEREND ET AL, 1992). De uma maneira geral, é esperado que a perda mediana por década seja de aproximadamente 4,7% nos homens, e 3,7% nas mulheres.

O processo de sarcopenia parece afetar de maneira não-homogênea a massa muscular e seus componentes. O músculo esquelético é composto por diferentes tipos de fibras, sendo que parece existir um prejuízo diferenciado para cada um destes tipos, com o aumento da idade. Sabe-se que as fibras musculares são classificadas a partir da predominância de expressão de isoforma de cadeia pesada de miosina (MyHC) (SCHIAFFINO AND REGGIANI, 2011). As fibras chamadas de tipo I expressam MyHC I e demonstram baixa velocidade de contração, enquanto as chamadas de tipo II se dividem em IIa e IIx. As fibras que expressam MyHC IIa contraem mais rápido e geram mais força que as MyHC I, enquanto as que expressam MyHC IIx contraem mais rápido e geram mais força que as tipo I e IIa, devido aos elementos contráteis específicos (BOTTINELLI ET AL, 1996).

Estudos prévios observaram reduções no tamanho das fibras de tipo II (CRISTEA ET AL, 2010), e pouca (ANDERSEN, 2003) ou nenhuma redução nas fibras do tipo I (YU ET AL, 2007). Em estudo transversal, Andersen (2003) compararam idosos (idade média de 88 anos) com indivíduos jovens (idade média de 25 anos) com relação a redução no tamanho do tipo de fibras. Em relação as fibras do tipo I, os resultados mostram que os indivíduos idosos apresentaram 75% do tamanho das fibras do tipo I de indivíduos jovens. Entretanto, quando analisadas as fibras do tipo II, indivíduos idosos apresentaram reduções acima de 50% quando comparadas com as fibras tipo II de jovens. Estes resultados sugerem uma grande redução no tamanho das fibras do tipo II com o processo de envelhecimento.

Apesar da redução da massa muscular ser um dos componentes fundamentais na fragilidade, poucos estudos buscam avaliar o efeito do treinamento de força e multicomponente na hipertrofia, em idosos frágeis (BINDER ET AL, 2005; CLEMSON ET AL, 2012; KIM ET AL, 2012; CADORE ET AL, 2014; KIM ET AL, 2015; ZECH ET AL, 2015). Mesmo com a pouca quantidade de evidências, sugere-se que as reduções na massa muscular sejam mais preocupantes com o avançar da idade, e em conjunto com todos os mecanismos que são associados ao processo de fragilidade, os desfechos clínicos são ainda mais graves.

Nos últimos anos, houve um grande esforço para desenvolver um critério para o diagnóstico clínico da sarcopenia. Grupos de pesquisa tem desenvolvido definições para o diagnóstico (CRUZ-JENTOFT ET AL, 2010; RODRIGUEZ-MAÑAS ET AL, 2012). Entretanto, o termo sarcopenia que foi inicialmente definido como sinônimo para a perda muscular decorrente do processo de envelhecimento (ROSENBERG ET AL, 1997), acabou por também, ser associado à da perda de força e função muscular. Em estudo de revisão, Clark e Manini (2008) levantaram hipóteses que a perda da força muscular é apenas parcialmente explicada pela diminuição da massa muscular, e outros fatores fisiológicos acabam por ser responsáveis por explicar essa diminuição da força (CLARK AND MANINI, 2008). A partir destes esclarecimentos, o termo dinapenia foi introduzido para descrever as alterações neuromusculares provocadas pelo envelhecimento.

3.4.DINAPENIA

O termo dinapenia, do grego, traduzido para “perda de força”, sugere-se ser utilizado para descrever a diminuição da capacidade de produção de força associada ao envelhecimento. Em estudo longitudinal, dados do estudo de saúde *Ageing and Body Composition* indicaram que as diminuições ocorridas na força muscular são mais intensas que as reduções na massa muscular, mostrando que as diminuições na área da secção transversa (AST) do quadríceps explicam apenas 6-8% na variabilidade da força de extensão do joelho (DELMONICO ET AL, 2009). Esses achados são consistentes com outros modelos experimentais que observaram que a diminuição da massa muscular, associada ao desuso poderia explicar menos de 10% da redução na força muscular, em indivíduos idosos (CLARK ET AL, 2006A; CLARK ET AL, 2006B). Sendo assim, estes achados apontam na direção que as reduções de massa muscular não explicam totalmente a redução da força muscular, além de sugerirem que a diminuição da força muscular decorrente do envelhecimento parece estar

associada a outros prejuízos morfológicos e neurais que interferem na capacidade de gerar força.

3.4.1.DINAPENIA E OS PREJUÍZOS SOBRE A FUNÇÃO NEUROMUSCULAR

As evidências apresentadas já sugerem que a dinapenia, de alguma forma está relacionada aos mecanismos neurais. O córtex, medula espinhal, e junção neuromuscular são responsáveis pela ativação voluntária das fibras musculares (GANDEVIA, 2001). Conseqüentemente, o processo de envelhecimento está ligado ao declínio destas funções neurais, resultando nas reduções da capacidade de gerar força e potência dos membros inferiores que estão intimamente ligadas as reduções funcionais no processo de envelhecimento e fragilidade.

3.4.2.DECLÍNIO DA FORÇA MÁXIMA

Os mecanismos que influenciam o aumento ou diminuição da força muscular podem ser divididos em I) fatores neurais e II) fatores morfológicos. O sistema neuromuscular contém vários locais que podem afetar o desenvolvimento voluntário da força máxima, como o drive excitatório dos centros supraespinhais, excitabilidade dos motoneurônios alfa, ativação muscular antagonista, recrutamento e taxa de disparo da unidade motora, transmissão neuromuscular, quantidade de massa muscular e arquitetura muscular.

A força muscular pode ser aumentada por meio do aumento do número ou aumento da taxa de disparo de potenciais de ação. Quando essas duas propriedades fisiológicas são otimizadas, acontece o aumento da ativação muscular. Entretanto, os mecanismos de diminuição da ativação muscular que ocorrem com a idade ainda não estão bem elucidados. No entanto, algumas evidências sugerem que o envelhecimento reduz o número de unidades motoras, e suas propriedades funcionais (LEXELL, 1997). Uma das explicações está no processo de remodelação das unidades motoras, envolvendo a denervação das fibras do tipo II (fibras que estão associadas a maior produção de força) e reinervação, de forma colateral, permitindo que o motoneurônio do tipo I, enerve as fibras denervadas, descaracterizando-as da sua função anterior (LEXELL, 1997).

Ainda em relação aos processos neurais, o número de duplos disparos (potências de ação com intervalos $\leq 15\text{ms}$) é reduzido com o envelhecimento (KAMEN ET AL, 2005), além do que, a taxa de disparos em idosos comparado aos sujeitos jovens é menor (18-45 vs 25-60 pulsos/seg, respectivamente) (KAMEN ET AL, 2005). Também, é reportado em indivíduos idosos hipoexcitabilidade no córtex motor e reflexo espinhal (KIDO ET AL, 2004;

OLIVIERO ET AL, 2006), assim como um retardo na velocidade de condução nervosa (LAURETANI ET AL, 2006). Não obstante, sujeitos idosos em estado de fragilidade também apresentam déficit ainda maiores na ativação muscular voluntária, prejudicando ainda mais o sistema de planejamento e execução de tarefas motoras (HARRIDGE ET AL, 1999). Dessa forma, as evidências sugerem que diferentes alterações nos fatores neurais podem explicar a a diminuição da força com o envelhecimento.

3.4.3.DECLÍNIO DA POTÊNCIA MUSCULAR

A potência muscular refere-se ao produto entre a força muscular e a velocidade de contração, sendo considerada a habilidade de gerar força rapidamente (BEAN ET AL, 2002). Do mesmo que foi reportada a dissociação entre a redução de massa muscular e força muscular, também há uma dissociação entre redução da força e da potência muscular. Estudos prévios sugerem que a potência muscular decresce em uma taxa maior do que a força muscular em indivíduos idosos (IZQUIERDO ET AL, 1999). Em estudo longitudinal com homens e mulheres, entre 65-89 anos, Skelton et al (1994) demonstraram que enquanto a força máxima dos extensores do joelho diminui 1-2% por ano, a potência máxima para este mesmo grupo muscular diminui 3,5% ao ano. Em outros estudos (REID ET AL, 2014; TRAPPE ET AL, 2003), os resultados alertam para uma redução de 2,9% ao ano (REID ET AL, 2014), e ~9% por década (TRAPPE ET AL, 2003), na potência muscular dos extensores do joelho.

Como visto anteriormente, os mecanismos que justificam esta perda na potência muscular, parecem ser semelhantes aos de perda de força máxima, como o processo de denervação das fibras do tipo II e alterações de cunho neural (perda de motoneurônios, diminuição na taxa de disparos e diminuição na velocidade de condução neural). Também, a atrofia seletiva das fibras do tipo II quais podem gerar ~4 vezes mais potência que as tipo I (LEXELL, 1995; TRAPPE ET AL, 2003), em conjunto com o déficit neural, parecem resultar na redução da potência muscular com a idade. Entretanto, os déficit de potência não são alterações isoladas e acabam por acometer, também, a capacidade funcional dos indivíduos idosos (LANG ET AL, 2010).

Estudos mostram a importância da potência muscular para execução das atividades da vida diária (BASSEY ET AL, 1992; BEAN ET AL, 2002; LANG ET AL, 2010). Em uma análise transversal, inicialmente, Basesy et al (1992) demonstraram uma correlação forte ($r = 0,65 - 0,88$; $p < 0,05$), entre potência da musculatura extensora do joelho e testes funcionais de

sentar e levantar de uma cadeira, subir escadas e caminhada em idosos. Posteriormente, Bean et al. (2002), demonstraram a partir de uma análise multivariada que a potência muscular dos extensores do joelho apresentou 2-8% mais capacidade de predição do desempenho nos testes funcionais do que a força muscular. Em conjunto, a capacidade de produzir potência muscular nos membros inferiores parece exercer um papel fundamental na funcionalidade do indivíduo idoso e frágil (BASSEY ET AL, 1992; FOLDVARI ET AL, 2000; SUZUKI ET AL, 2001; BEAN ET AL, 2002).

3.4.4.CAPACIDADE FUNCIONAL

A capacidade funcional é considerada um dos mais importantes componentes para a saúde na população idosa. A habilidade de realizar tarefas da vida diária diminui com a idade e consequentemente tem inúmeros efeitos sobre o medo de quedas, risco de quedas, independência e qualidade de vida (TROMBETTI ET AL, 2015). Como descrito anteriormente, a diminuição na capacidade funcional é decorrente de prejuízos morfológicos e neurais, resultando em substancial esforço relativo para realizar as atividades da vida diária quando comparado aos indivíduos jovens (HORTOBAGYI ET AL, 2003).

Para a avaliação do status funcional de indivíduos idosos, a literatura apresenta alguns testes com metodologias de fácil aplicação, seguros e reprodutíveis, os quais vinculam o desempenho nos testes com habilidades em atividades da vida diária. Entre esses testes estão os teste de velocidade de marcha usual e rápida, de sentar e levantar de uma cadeira, de subir escadas, levantar, ir e voltar (Time up and go), testes de caminhada; e algumas baterias de testes, como a Short Physical Performance Battery (SPPB).

No estudo de Fried et al (2001) uma das importantes evidências para a definição do fenótipo da fragilidade foi o de lentidão, avaliados pelos testes de marcha. O teste de velocidade de marcha usual pode representar a função física e está associado a importantes desfechos clínicos (HALL 2006), sendo provavelmente um tradutor de prejuízos subclínicos no status de saúde. Fatores musculares, como os vistos no processo de inapetência e sarcopenia em conjunto com os decréscimos do volume de matéria cinza ou lesões cerebrais parecem estar conectados com a diminuição da capacidade e velocidade de marcha (LEXELL 1997; LAURETANI ET AL, 2006; ABELLAN VAN KAN ET AL, 2009). No processo de envelhecimento, a velocidade de marcha usual pode apresentar de reduções de até 60%, e valores de corte de 0,7m/s são associados com riscos de hospitalização e necessidade de cuidados (riscos de 5,9 e 9,5%, respectivamente) (STUDENSKI ET AL, 2003; CESARI ET

AL, 2005). Cadore et al (2015) mostraram que idosos frágeis obtiveram valores de velocidade de marcha usual significativamente menores do que idosos não frágeis. Em revisão sistemática, Vermeulen et al (2011) sugerem que a velocidade de marcha usual parece ter o melhor poder preditivo a frente de massa muscular, equilíbrio, força muscular, para desfechos clínicos na população frágil.

O teste de sentar e levantar (SL), representa a habilidade do indivíduo de levantar da cadeira, qual é considerada uma importante valência para a independência funcional. Além do que, é usado como um indicador de controle postural, risco de quedas, propriocepção e medidas de desequilíbrio (GURALNIK ET AL, 1994; GURALNIK ET AL, 1995). Dois estudos (HUGHES ET AL, 1996; HORTOBAGYI ET AL, 2003) determinaram o papel da força de extensão de joelho para levantar da cadeira em idosos com dificuldades funcionais (78 e 74 anos de idade média, respectivamente). Os resultados, baseados no percentual do momento produzido na extensão de joelho, demonstraram que os sujeitos idosos necessitaram de 80-97% do momento máximo de extensão de joelho, enquanto que os jovens (25 anos de idade média), necessitaram de 39-42% . Deste modo, a habilidade de sentar e levantar de uma cadeira parece ser um importante instrumento na avaliação funcional de idosos, por sua relação com a funcionalidade e os riscos de quedas e mortalidade.

O teste de levantar, ir e voltar [i.e. *time up and go test* (TUG)] é utilizado para avaliar o tempo que a pessoa leva para levantar de uma cadeira, andar e voltar 3m e sentar novamente, utilizando componentes semelhantes aos testes funcionais de marcha e sentar-levantar. O TUG é altamente associado com a mobilidade funcional e a velocidade de marcha. Alguns estudos (CADORE ET AL, 2014; CADORE ET AL, 2015) utilizam o TUG em conjunto com testes cognitivos, para avaliar a interação entre marcha e cognição, mostrando haver uma associação com a incidência de quedas (BEACHEUT ET AL, 2009; MAQUET ET AL, 2010; SCHWENK ET AL, 2010). Cadore et al (2015) compararam o desempenho no teste TUG em condições de dupla-tarefa (TUG + tarefa verbal; TUG + tarefa aritmética), entre idosos frágeis e não-frágeis. Os resultados mostraram diferenças significantes no desempenho destes dois testes, apontando para um desempenho melhor no grupo de idosos robustos. Devido a síndrome de fragilidade ser um independente preditor para a função cognitiva (Samper-Ternent et al, 2008), idosos frágeis apresentam este declínio mais acentuado comparado a idosos não-frágeis (BUCHMAN ET AL, 2007; SAMPER-TERNENT ET AL, 2008; MCGOUGH ET AL, 2011), tanto no teste TUG, como nas tarefas que envolvem a parte cognitiva (CADORE ET AL, 2015).

Algumas outras ferramentas independentes também são utilizadas para mensurar a capacidade física em indivíduos idosos. Em estudo prévio (LEVEILLE ET AL, 2000), o testes de subir escadas, no qual é mensurando o tempo que os indivíduos demoram para subir ou descer uma determinada quantidade de degraus, foi utilizado para avaliar a prevalência de desequilíbrios em idosos. Os resultados demonstraram valores em torno de 90% de desequilíbrio em mulheres de até 95 anos. Já nos testes de caminhada, Boxer et al (2010) apresentaram dados mostrando forte associação ($r = - 0,72$) entre os escores de fragilidade e o desempenho no teste de 6 minutos de caminhada (6MW). Os autores sugerem que o componente funcional e aeróbico que compõe o teste são capazes de identificar os mais variados riscos para eventos adversos em idosos frágeis.

As baterias de testes apresentam-se como um instrumento eficiente para avaliar a capacidade física nas mais diferentes populações de idosos. A bateria de testes SPPB consiste em testes que avaliam através do tempo o equilíbrio, a velocidade de marcha, e a força nos membros inferiores. A pontuação varia de 0 a 12 pontos. Sendo que cada componente do teste pode pontuar, no máximo, 4 pontos. O SPPB tem se mostrado uma ferramenta muito eficiente na avaliação da mobilidade em indivíduos frágeis (CAMERON ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013; ZECH ET AL, 2015), pois permite a possibilidade de apresentar uma classificação no desempenho geral do indivíduo avaliado. Baixos valores alcançados nessa avaliação são preditores de taxas de hospitalização, necessidade de cuidado primário, desequilíbrios, e mortalidade em idosos (GURALNIK ET AL, 2000; GURALNIK ET AL, 1994).

3.5.QUEDAS

A síndrome de fragilidade é extremamente associada a desfechos de morte por quedas (CAMPBELL AND BUCHNER 1997; WALSTON AND FRIED 1999; ROCKWOOD AND MITNITSKI 2007; RODRÍGUEZ-MAÑAS ET AL, 2012). Quedas são definidas por eventos onde o sujeito não-intencionalmente cai no chão, ou em cima de objetos (ex. cama, mesas e etc) (WOLF ET AL, 1996). Como visto anteriormente, os eventos de queda são influenciados por diversos fatores, como capacidade cognitiva, equilíbrio, e potência dos membros inferiores.

Dados epidemiológicos indicam que 30% da população, com mais de 65 anos, caem, pelo menos, uma vez por ano (TINETTI ET AL, 1988; WHO 2008; WISQARS 2015), sendo que esse número pode atingir 50% na população com mais de 80 anos. Em torno de 25% da população que é acometida por quedas, sofre de lesões moderadas a grave, como lacerações,

fraturas e danos cerebrais. Consequências que em último caso podem resultar em morte. Além disso, indivíduos que sofreram quedas podem desenvolver medo de cair novamente (TROMBETTI ET AL, 2015), o que os desencoraja a realizar tarefas da vida diária.

A capacidade cognitiva tem se mostrado um importante fator na manutenção da estabilidade postural. A capacidade de reconhecimento e avaliação de pessoas que caem se mostra efetiva (PANEL ON INTERVENTION OF FALLS IN OLDER PERSONS, 2011), entretanto, os métodos de prevenção ainda não estão bem desenvolvidos (MUIR ET AL, 2010). O treinamento envolvendo vários componentes tem se mostrado uma importante forma de tratamento para os aspectos físicos e cognitivos. Na próxima sessão será discutido a possibilidade do treinamento de força ser utilizado como forma de tratamento para prevenção e diminuição da incidência de quedas e outros prejuízos funcionais atribuídos ao envelhecimento.

3.6.TREINAMENTO DE FORÇA E SUAS REPERCUSSÕES NOS DESFECHOS DA SÍNDROME DE FRAGILIDADE

A partir dos tópicos abordados previamente, foram revistos os pontos chaves dentro do processo de envelhecimento e síndrome de fragilidade. Entretanto, foram apresentados apenas estudos transversais com o intuito de justificar a necessidade de estratégias de intervenção para retardar ou diminuir os diversos declives gerados por estes processos. A literatura tem apresentado diversas estratégias, porém algumas parecem ser mais efetivas do que outras.

O treinamento de força (TF) já tem se mostrado efetivo em proporcionar aumentos de massa muscular, força, potência e melhoras na funcionalidade, além de ser apontado como essencial para os programas de exercício na síndrome de fragilidade (IZQUIERDO ET AL, 2016). Entretanto, a realização do TF isoladamente, não parece ser suficiente, sendo necessário a utilização do TF associado com o treinamento aeróbico, equilíbrio, e retreinamento de marcha, chamado de treinamento multicomponente. Os próximos tópicos terão por objetivo levantar os dados de estudos longitudinais com treinamento de força e/ou multicomponente, em indivíduos fisicamente frágeis.

3.6.1.MASSA MUSCULAR

Binder et al (2005) avaliaram o efeito de 24 semanas de TF na massa muscular geral, do tronco e das pernas, avaliados por absorciometria por dupla emissão de raios-x (DXA), em indivíduos frágeis (n = 91; 83±3 de idade média). Após o período de intervenção, o grupo intervenção teve ganhos significantes de massa muscular em todos os locais avaliados.

Entretanto, comparado ao grupo controle foram encontradas diferenças significantes no ganho de massa muscular na região dos membros inferiores, apenas do lado esquerdo, ($0,1\pm 0,3\text{kg}$ vs $-0,1\pm 0,4\text{kg}$, respectivamente; $p=0,03$). Do mesmo modo, Cadore et al (2014) avaliaram o efeito de 12 semanas de treinamento multicomponente nos ganhos de massa muscular (área com baixa gordura intramuscular) no quadríceps, isquiotibiais e adutores por tomografia, em indivíduos nonagenários frágeis ($n=11$; $93,4\pm 3,2$ de idade média). Ao final do período do treinamento, os foram encontrados aumentos significantes na AST do quadríceps ($0,260\text{mm}^2$, $p<0,05$), e isquiotibiais ($0,103\text{mm}^2$, $p<0,05$) comparado ao grupo controle. Entretanto, não foram encontradas alterações significativas na musculatura abduutora de quadril. Os resultados encontrados por ambos estudos (BINDER ET AL, 2005; CADORE ET AL, 2014), foram diferentes de outros estudos que avaliaram a massa muscular nesta população (CLEMSON ET AL, 2012; KIM ET AL, 2012; KIM ET AL, 2015; ZECH ET AL, 2015).

Os achados suportam a capacidade que o treinamento multicomponente tem de estimular a hipertrofia muscular, mesmo em sujeitos frágeis (BINDER ET AL, 2005). Além disso, os resultados também demonstram que a população frágil mantém a capacidade de plasticidade muscular, resultando em aumentos no tamanho (hipertrofia) e na composição (qualidade muscular) do músculo (CADORE ET AL, 2014).

3.6.2.FORÇA MUSCULAR DE MEMBROS INFERIORES

Avaliando a força isométrica de extensores do joelho, Ikezoe et al (2005) submeteram idosos institucionalizados ($n=13$; $81,3\pm 6,2$ de idade média) a 48 semanas de treinamento multicomponente. Os autores observaram um aumento significativo na força de extensores do joelho (Nm/Kg) do grupo intervenção, comparado ao grupo controle ($22,2\pm 14,1\%$ vs $-9,8\pm 19,4\%$, respectivamente; $p<0,05$). Do mesmo modo, Rosendahl et al (2006) submeteram, indivíduos idosos com dificuldades funcionais ($n=45$; $85,5$ anos de idade média) 12 e 24 semanas de treinamento. Os resultados demonstraram, significantes aumentos no 1-RM no exercício de Leg Press após 12 e 24 semanas de treinamento, quando comparados ao pré e ao grupo controle ($13,1\%$ vs $9,1\%$; $10,7\%$ vs $2,8\%$, respectivamente). Mesmo obtendo o resultado positivo e de acordo com estudos anteriores (FIATARONE ET AL, 1994; BINDER ET AL, 2005; LUSTOSA ET AL, 2011; SERRA-REXACH ET AL, 2011; GUDLAUGSON ET AL, 2012; LEE ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014), os resultados são diferentes de outros estudos (CLEMSON ET AL, 2012; KIM ET AL, 2012; KIM ET AL, 2015; ZECH ET AL, 2015). A partir deste conflito, os autores sugerem que futuros estudos com maior tempo

de intervenção são necessários para confirmar de maneira mais clara o efeito do treinamento nos aumentos de força, em indivíduos fisicamente frágeis (IKEZOE ET AL, 2005).

3.6.3.POTÊNCIA MUSCULAR

Lustosa et al (2011) avaliaram o efeito do TF na potência muscular de extensão do joelho em 60°/seg e 180°/seg em mulheres fisicamente frágeis (n=32; 72±4 de idade média). Após 10 semanas de treinamento, não foi observado aumento significativo na potência em 120°/seg, quando comparado ao grupo controle, enquanto que foi observado aumento significativo na potência em 180°/seg (5,49W vs 8,31W, respectivamente; p=0,02). O estudo de Zech et al (2015) avaliou a interferência do TF na potência muscular calculada usando a fórmula $Potência = \text{Peso corporal} \times (\text{Altura em pé} - \text{Altura sentado}) / \text{Tempo para levantar}$, em indivíduos idosos fisicamente frágeis (n=18; 77,8±6,1 de idade média). Após 36 semanas de TF não houve alteração significativa após 12, 24 e 36 semanas, comparado ao grupo controle.

Poucos estudos avaliaram o efeito do TF realizado com outros exercícios multicomponentes na potência muscular de indivíduos fisicamente frágeis (LUSTOSA ET AL, 2011; CADORE ET AL, 2014; ZECH ET AL, 2015). Cadore et al (2014) investigaram o efeito do treinamento multicomponente (e.g. treinamento de potência, marcha e equilíbrio) na população frágil (n=11; 93,4±3,2 de idade média). Apesar de não haver comparação com o grupo controle nesta variável, os resultados mostraram uma melhora significativa na potência máxima avaliada com 30% de 1-RM e 60% de 1-RM no exercício de Leg Press (97% e 117% de aumento, respectivamente), após 12 semanas de treinamento multicomponente. Os autores afirmam que os resultados são promissores, devido o maior declínio que a potência muscular apresenta durante o processo de envelhecimento, e a sua forte associação com a capacidade funcional. Além disso, os autores chamam atenção para o fato que mesmo em estado de fragilidade, esta população mantém sua capacidade de melhorar sua produção de força rápida (CADORE ET AL, 2014).

3.6.4.CAPACIDADE FUNCIONAL

3.6.4.1.TESTE DE MARCHA

Kim et al (2012) avaliaram a velocidade de marcha usual (5m) em indivíduos frágeis (n=39; 79±2,9 de idade média) e encontraram diferença significativa após 12 semanas de treino multicomponente, quando comparado ao grupo controle (0,19m/s vs 0,03m/s; p < 0,007). Esses resultados estão de acordo com apenas um estudo realizado nesta população

(Lustosa et al, 2011). Porém, diferentemente desses resultados, Cadore et al (2014) também analisaram o efeito de 12 semanas de treinamento multicomponente no teste de velocidade de marcha usual (5m) de idosos frágeis (n=11; 93,4±3,2 de idade média), sendo que os resultados não apontaram melhora significativa no grupo intervenção. Entretanto, houve declínio significativo após 12 semanas no grupo controle ($p < 0,05$). Esses achados de Cadore et al (2014) estão de acordo com uma grande parte dos estudos que não observaram diferença significativa na velocidade de marcha usual após um período de intervenção (ROSENDAHL ET AL, 2006; SERRA-REXACH ET AL, 2011; CAMERON ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013; KIM ET AL, 2015).

Com relação a velocidade de marcha rápida, Rosendahl et al (2006) submeteram e indivíduos fisicamente frágeis (n=45; 85,5±5,5 de idade média) a a um período intervenção multicomponente e avaliaram a velocidade de marcha. Após 12 e 24 semanas de treinamento aumentos significantes (0,03±0,17m/s e 0,07±0,2m/s, respectivamente) foram encontrados comparados ao período basal. Do mesmo modo, Kim et al (2012) encontraram melhoras significantes, após 12 semanas de treinamento em indivíduos frágeis (n=39; 79±2,9 de idade média), quando comparado ao grupo controle (0,32m/s vs 0,07m/s, respectivamente; $p < 0,001$). Apenas um estudo não apresentou diferença significativa na velocidade de marcha rápida, mesmo após 48 semanas de treinamento multicomponente (NG ET AL, 2015).

Nos testes de velocidade de marcha usual envolvendo dupla tarefa (tarefa verbal e aritmética), um estudo não encontrou melhoras significantes no grupo intervenção após 12 semanas de treinamento, em ambos testes (CADORE ET AL, 2014). Apesar de não haver melhora significativa após 12 semanas de intervenção, o grupo controle apresentou um declínio significativo nos testes de dupla-tarefa verbal e aritmética (-8% e -12,5%, respectivamente; $p < 0,05$). Assim, apesar do treinamento multicomponente não ser capaz de melhorar a velocidade de marcha em condição de dupla-tarefa, ele foi capaz de preservar esta capacidade no grupo intervenção (CADORE ET AL, 2014).

3.6.4.2.HABILIDADE DE SENTAR E LEVANTAR

Dois prévios estudos avaliaram o desempenho no teste de sentar e levantar (CADORE ET AL, 2014; JEON ET AL, 2015). Os métodos utilizados foram do tempo para realizar 10 repetições (JEON ET AL, 2015), e o número de repetições realizadas em 30 segundos (CADORE ET AL, 2014).

Jeon et al (2015) avaliaram o efeito de 12 semanas de treinamento multicomponente em indivíduos fisicamente frágeis com histórico de quedas (n=31; 69,3±4,5 de idade média), no desempenho do teste de sentar e levantar em 10 repetições. Os resultados encontrados mostraram uma melhora significativa, comparados ao grupo controle (-4,96 segundos vs -3,12 segundos, respectivamente; p<0,001). Por fim, Cadore et al (2014) avaliaram o efeito de 12 semanas de treinamento multicomponente em sujeitos frágeis (n=11; 93,4±3,2 de idade média) no desempenho do teste de sentar e levantar em 30 segundos. Após o final da intervenção, o grupo treinamento apresentou melhora significativa quando comparado ao grupo controle (3,6 repetições vs -0,9 repetições, respectivamente; p<0,01). Jeon et al (2015) sugerem que os resultados positivos encontrados no grupo intervenção são devidos ao treinamento embasado em múltiplos aspectos. Os autores ainda sugerem que devido a diminuição da massa muscular, força e equilíbrio, um treinamento que incremente a força dos membros inferiores é necessária para a manutenção dos aspectos funcionais do indivíduo frágil.

3.6.4.3. DESEMPENHO NO TESTE DE LEVANTAR, IR E VOLTAR

Serra-Rexach et al (2011) avaliaram o efeito de 8 semanas de TF no teste levantar, ir e voltar, em indivíduos nonagenários (n=20; 92±2 de idade média). Os resultados não apontaram diferença significativa após 8 semanas de treinamento no desempenho do teste quando comparado ao grupo controle (+4,89 segundos vs +1,34 segundos, respectivamente; p=0,75). Cadore et al (2014) avaliaram o efeito de 12 semanas de treinamento multicomponente no desempenho do teste levantar, ir e voltar, em indivíduos nonagenários frágeis (n=11; 93,4±3,2 de idade média). Os resultados mostraram melhora significativa no desempenho dos sujeitos que realizaram o treinamento, quando comparado ao grupo controle (-1,1 segundos vs +3,4 segundos, respectivamente; p<0,05). Os resultados do estudo de Cadore et al (2014) estão de acordo com outros reportados na literatura (LUSTOSA ET AL, 2011; GUDLAUGSON ET AL, 2012; LEE ET AL, 2013; JEON ET AL, 2015; KIM ET AL, 2015). Serra-Rexach et al (2011), sugerem que os resultados encontrados estão de acordo com meta-análise prévia (LIU AND LATHAM, 2009), onde o TF não apresentou efeito significativo positivo para indivíduos frágeis no desempenho em testes funcionais. Os autores ainda reafirmam a importância de exercícios específicos e mais abrangentes (i.e. treinamento multicomponente), e maiores tempos de intervenção nesta população, para melhoras nos aspectos funcionais (SERRA-REXACH ET AL, 2011).

Nos testes de levantar, ir e voltar com dupla tarefa, Cadore et al (2014) encontraram melhoras significantes em ambos testes após 12 semanas de treinamento multicomponente. No teste dupla-tarefa com tarefa aritmética, o grupo intervenção (n=11; 93,4±3,2 de idade média) apresentou diminuição no tempo de execução do teste em 3,1 segundos, comparado ao controle que aumentou seu tempo em 0,8 segundos ($p<0,05$). Já no teste dupla-tarefa com tarefa verbal, o grupo intervenção (n=11; 93,4±3,2 de idade média) apresentou diminuição no tempo de execução do teste em 3,3 segundos, comparado ao grupo controle que aumentou seu tempo em 3,3 segundos ($p<0,05$). Os autores (CADORE ET AL, 2014) apontam que as melhoras encontradas no desempenho dos testes dupla-tarefa podem não estar ligadas apenas aos parâmetros físicos, mas também estar relacionadas as melhoras na função cognitiva (HEYN ET AL, 2008; CADORE ET AL, 2014).

3.6.4.4.DESEMPENHO NO TESTE DE SUBIR ESCADAS

Apenas um estudo de analisou o efeito do TF sobre o desempenho no teste de subir escadas. Serra-Rexach et al (2011) avaliaram o efeito de 8 semanas de TF, no tempo para subir 4 degraus (altura total de 20cm), em indivíduos nonagenários (n=20; 92±2 de idade média). Não foram encontradas diferenças significantes após a intervenção, no desempenho do teste ($p=0,43$). Os autores não abordaram nenhum aspecto relacionado aos resultados encontrados (SERRA-REXACH ET AL, 2011). A partir destes resultados, sugere-se que um período curto de treinamento (8 semanas) possa não ser o suficiente para promover ganhos significantes neste teste funcional de subir escadas.

3.6.4.5.BATERIAS DE TESTE

Fairhal et al (2013) avaliaram o efeito do treinamento multicomponente na pontuação do SPPB, após 12 e 48 semanas, em indivíduos frágeis (n=120, 83,4±5,8 de idade média). Não houve diferença significativa, entre o grupo intervenção e o controle após 12 semanas de intervenção. Entretanto, após 48 semanas de intervenção, os resultados mostraram uma melhora significativa no grupo intervenção (+0,62 pts vs - 1,05 pts, respectivamente; $p<0,001$) comparado ao grupo controle. Outros estudos também reportaram melhoras no desempenho funcional avaliado pelo SPPB após 12 semanas (ZECH ET AL, 2015), 24 semanas (GUDLAUGSON ET AL, 2012) e 48 semanas de intervenção (CAMERON ET AL, 2013). Zech et al (2015) sugerem que as melhoras encontradas no SPPB estão relacionadas aos melhores desempenhos no teste de sentar e levantar, e de equilíbrio, já que o teste de marcha

não apresentou mudanças após o período de intervenção. Os autores apontam os benefícios do treinamento multicomponente, como sendo os responsáveis.

3.6.5. INCIDÊNCIA DE QUEDAS

Cadore et al (2014) avaliaram o efeito de 12 semanas de treinamento multicomponente no número de quedas relativo por pessoa, em indivíduos frágeis nonagenários (n=11; 93,4±3,2 de idade média). Os resultados mostraram reduções significantes no número de quedas nos indivíduos do grupo intervenção comparados ao grupo controle (-0,77 quedas vs 0,13 quedas, respectivamente; p<0,001), sendo que o grupo intervenção não apresentou nenhum evento durante o período de intervenção e avaliação. Apenas outros dois estudos também encontraram reduções significantes após um período de treinamento multicomponente no número de quedas, avaliados por instrumentos como ABC Scale e Fall Self-Efficacy (GINÉ-GARRIGA ET AL, 2011; JEON ET AL, 2015), enquanto que outros três estudos não encontraram diferença, avaliando a partir do número de quedas relativo, e utilizando o instrumento Fall Self-Efficacy, após o período de treinamento multicomponente (CLEMSON ET AL, 2012; FAIRHAL ET AL, 2013; LEE ET AL, 2013). Jeon et al (2005) apontam que os aspectos funcionais são imensamente prejudicados pelos episódios de queda, e conseqüentemente, a sua relação com o medo de quedas, se tornando um ciclo vicioso. Outros autores (CADORE ET AL, 2014) apontam que o treinamento multicomponente, como forma de tratamento, pode ser tolerado pelo idoso frágil e é capaz de reduzir a incidência de quedas de maneira significativa.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. TIPO DE ESTUDO

Foi realizada uma revisão sistemática com meta-análise de ensaios clínicos randomizados (ECRs).

4.2. QUESTÃO DE PESQUISA

Baseado nas recomendações encontradas na literatura foi elaborado uma questão de pesquisa para responder o tema de interesse. De acordo com o acrônimo PICOT, foram estabelecidos os seguintes critérios:

Participantes: Foram incluídos estudos com sujeitos idosos fisicamente frágeis (confirmação de pelo menos um critério de Fried, e/ou dificuldades em realizar atividades da vida diária, e/ou histórico de quedas).

Intervenção: Foram incluídos estudos que realizaram como intervenção o treinamento de força e associados (i.e. multicomponente).

Comparação: Foram analisados estudos que compararam o treinamento de força e associados com grupo controle.

Desfechos (*Outcome*): Foram considerados como desfechos a massa magra, a força muscular, a potência muscular, o desempenho nos testes funcionais de velocidade de marcha usual e rápida, teste de sentar e levantar, teste de levantar-ir e voltar, teste de subir escadas, testes de equilíbrio, baterias de teste, e quedas.

Tipo de estudo: Foram incluídos somente ECRs.

4.3. ESTRATÉGIA DE BUSCA

A busca dos estudos foi realizada durante o mês de fevereiro, delimitando o período de publicações nos últimos 10 anos, utilizando as seguintes bases eletrônicas de dados: MEDLINE (via Pubmed), Cochrane CENTRAL, PEDro, além de busca manual nas referências de estudos já publicados sobre o assunto. A busca foi realizada com a utilização dos termos MeSHs em inglês de idoso frágil para a busca do paciente, para intervenção será utilizado o termo mesh em inglês de treinamento de força, e para o desfecho do estudo serão utilizados os termos MeSHs em inglês de força, potência, tomografia, ressonância magnética, ultrassonografia, quedas, desequilíbrios, mobilidade e testes funcionais. Serão avaliados estudos em português e inglês na busca de artigos. Podemos observar na Tabela 1 a estratégia de busca que será utilizada no PubMed.

Tabela 1: Estratégias de busca para o PubMed.

#1 Frail Elderly [MeSh]: Elderly, Frail OR Frail Elders OR Elder, Frail OR Elders, Frail OR Frail Elder OR Functionally-Impaired Elderly OR Elderly, Functionally-Impaired OR Functionally Impaired Elderly OR Frail Older Adults OR Adult, Frail Older OR Adults, Frail Older OR Frail Older Adult OR Older Adult, Frail OR Older Adults, Frail

- #2 Resistance Training [MeSh]: Training, Resistance OR Strength Training OR Training, Strength OR Weight-Lifting Strengthening Program OR Strengthening OR Program, Weight-Lifting OR Strengthening Programs, Weight-Lifting OR Weight Lifting Strengthening Program OR Weight-Lifting OR Strengthening Programs OR Weight-Lifting Exercise Program OR Exercise Program, Weight-Lifting OR Exercise Programs, Weight-Lifting OR Weight Lifting Exercise Program OR Weight-Lifting Exercise Programs OR Weight-Bearing Strengthening Program
Strengthening Program, Weight-Bearing OR Strengthening Programs, Weight-Bearing OR Weight Bearing Strengthening Program OR
Weight-Bearing Strengthening Programs OR Weight-Bearing Exercise Program OR Exercise Program, Weight-Bearing OR Exercise Programs, Weight-Bearing OR Weight Bearing Exercise Program OR Weight-Bearing Exercise Programs
- #3 Strength, Muscle OR power OR Tomographies OR Magnetic Resonance Imaging OR Ultrasonography OR Falls OR Falling OR Falls, Accidental OR Accidental Fall OR Fall, Accidental OR Slip and Fall OR Fall and Slip OR Musculoskeletal Equilibrium OR Equilibrium, Musculoskeletal OR Postural Equilibrium OR Equilibrium, Postural OR Balance, Postural OR Limitation, Mobility OR Mobility Limitations OR Ambulation Difficulty OR Difficulty Ambulation OR Difficulty Walking OR Ambulatory Difficulty OR functional test
- #4 #1 AND #2 AND #3
-

4.4.CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Foram incluídos ECR's que incluíssem sujeitos idosos fisicamente frágeis (confirmação de pelo menos um critério de Fried, e/ou dificuldades em realizar atividades da vida diária, e/ou histórico de quedas) sedentários, que tivessem realizado como intervenção o treinamento de força e associados (i.e. multicomponente), em estudos que tivessem como objetivo avaliar o efeito do treinamento multicomponente. Os desfechos incluídos foram a massa magra, através das avaliações de DXA, tomografia computadorizada e bioimpedância; a força muscular, através de dinamometria, e testes de 1-RM; a potência muscular, através da mensuração da potência em teste funcional, e dinamometria; os testes funcionais, através dos testes funcionais de velocidade de marcha usual e rápida, teste de sentar e levantar, teste de levantar-ir e voltar, teste de subir escadas, testes de equilíbrio, baterias de teste, e quedas. Não

foram incluídos estudos fora da língua inglesa e portuguesa; estudos que tivessem como amostra indivíduos obesos, com presença de demência ou pós-fratura; estudos que não apresentassem o treinamento de força como um dos componentes do método do treinamento multicomponente de intervenção.

4.5. SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Dois avaliadores realizaram a leitura dos títulos e resumos dos estudos de forma cega e independente, sendo que estudos que contivessem todas informações pré-estabelecidas nos critérios de elegibilidade, ou que não contivessem uma dessas informações, eram mantidos para fase posterior, não sendo necessário consenso entre os revisores nessa fase. Na fase posterior, os estudos completos foram obtidos para que fosse possível realizar sua leitura na íntegra e, decidir pela sua inclusão ou exclusão da revisão sistemática. Qualquer discordância entre avaliadores nessa fase foi resolvida com a atuação de um terceiro avaliador e de um consenso entre os três.

4.6. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE METODOLÓGICA

No que diz respeito à qualidade metodológica, foram avaliados os seguintes critérios, de acordo com o Cochrane Handbook (HIGGINS & GREEN, 2005): geração da sequência de randomização, sigilo de alocação, cegamento dos avaliadores dos desfechos, análise por intenção de tratar e descrição das perdas e exclusões. O critério de cegamento dos participantes e terapeutas foi excluído devido ao caráter da intervenção não permitir o cumprimento de tal critério. Essa fase também foi conduzida em duplicata e de forma cega e independente por dois revisores.

4.7. EXTRAÇÃO DE DADOS PARA ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA

Foram coletadas informações de cada estudo incluindo informações sobre a amostra (número total de sujeitos, número de sujeitos por grupo, sexo e idade), protocolo de treinamento (componentes de intervenção, duração, intensidade e frequência), desfechos avaliados, resultados e conclusões.

Os dados também foram extraídos, para posterior análise quantitativa através de metanálise. Para isso, foram coletados valores de média e desvio padrão (DP) dos desfechos de interesse, entretanto para a metanálise foram utilizados os valores de delta da variação. Quando não apresentados estes valores, foi realizada a tentativa de contato com os autores, responsáveis pelos estudos incluídos.

Para a obtenção do delta de variação foi realizada a seguinte equação:

$$\text{Delta} = \text{Média pós-intervenção} - \text{Média pré-intervenção}$$

Já, para obtenção do DP do delta, foi realizado, primeiramente, a conversão do valor de p para o valor de t , através do valor de p na tabela t e os graus de liberdade ((amostra do grupo intervenção (n_1) + amostra do grupo controle (n_2))-2).

Posteriormente, foi utilizado o valor de t para se obter o erro padrão (ER), através da equação:

$$\text{ER} = \text{Delta/valor de } t$$

Por último, para obtenção do valor do DP do delta, foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{DP do delta} = \text{ER/raiz quadrada}((1/n_1)+(1/n_2))$$

4.8. ANÁLISE DOS DADOS

A meta-análise foi realizada usando modelo de efeito fixo e as medidas de efeito foram obtidas pelos valores pós intervenção (8, 10, 12, 24, 36, 48 semanas) para os desfechos de força, teste de velocidade de marcha, teste de levantar, ir e voltar e SPPB. Foi considerado estatisticamente significativo um valor $p < 0,05$ e intervalo de confiança de 95% (IC 95%). A heterogeneidade estatística do efeito do tratamento entre os estudos será avaliada através do teste Q de Cochran e através do teste de inconsistência (I^2), em que valores acima de 25% e 50% foram considerados como indicativo de moderada e alta heterogeneidade, respectivamente.

Todas as análises serão conduzidas usando o software Review Manager 5.1 (Cochrane Collaboration) (HIGGINS & GREEN, 2005). As análises de sensibilidade foram conduzidas considerando o tempo de intervenção e as características para prescrição de treinamento. A análise de sensibilidade utilizando o tempo de intervenção foi aplicada para os desfechos de força muscular, teste de levantar-ir e voltar, e baterias de teste. Esse procedimento foi conduzido com a finalidade de tentar diminuir possíveis índices moderados e altos de heterogeneidade, devido a alta variância entre estudos, e analisar os desfechos em função do tempo de intervenção. Já, a análise de sensibilidade utilizando a característica da prescrição de treinamento foi aplicada para o desfecho de força.

5.RESULTADOS

5.1.DESCRICÃO DOS ESTUDOS

A busca inicial identificou 234 trabalhos. Nesta fase, após a utilização do filtro de tempo, foram excluídos 93 estudos, sendo que dos 141 restantes, 12 foram elegíveis para leitura, e 10 foram incluídos manualmente. No total, foram incluídos 17 estudos para a revisão sistemática, já que 5 foram excluídos por não apresentarem grupo controle ou a população adequada para o estudo. É possível verificar o fluxograma da seleção dos estudos na figura 1 e as características dos estudos incluídos na tabela 2 e 3, sendo as seguinte características: método de inclusão dos sujeitos da amostra, protocolo de treinamento utilizado, desfechos avaliados, e resultados encontrados (Tabela 2), frequência semanal de treino, volume (séries x repetições), intensidade (% 1-RM), e eventos adversos (Tabela 3).

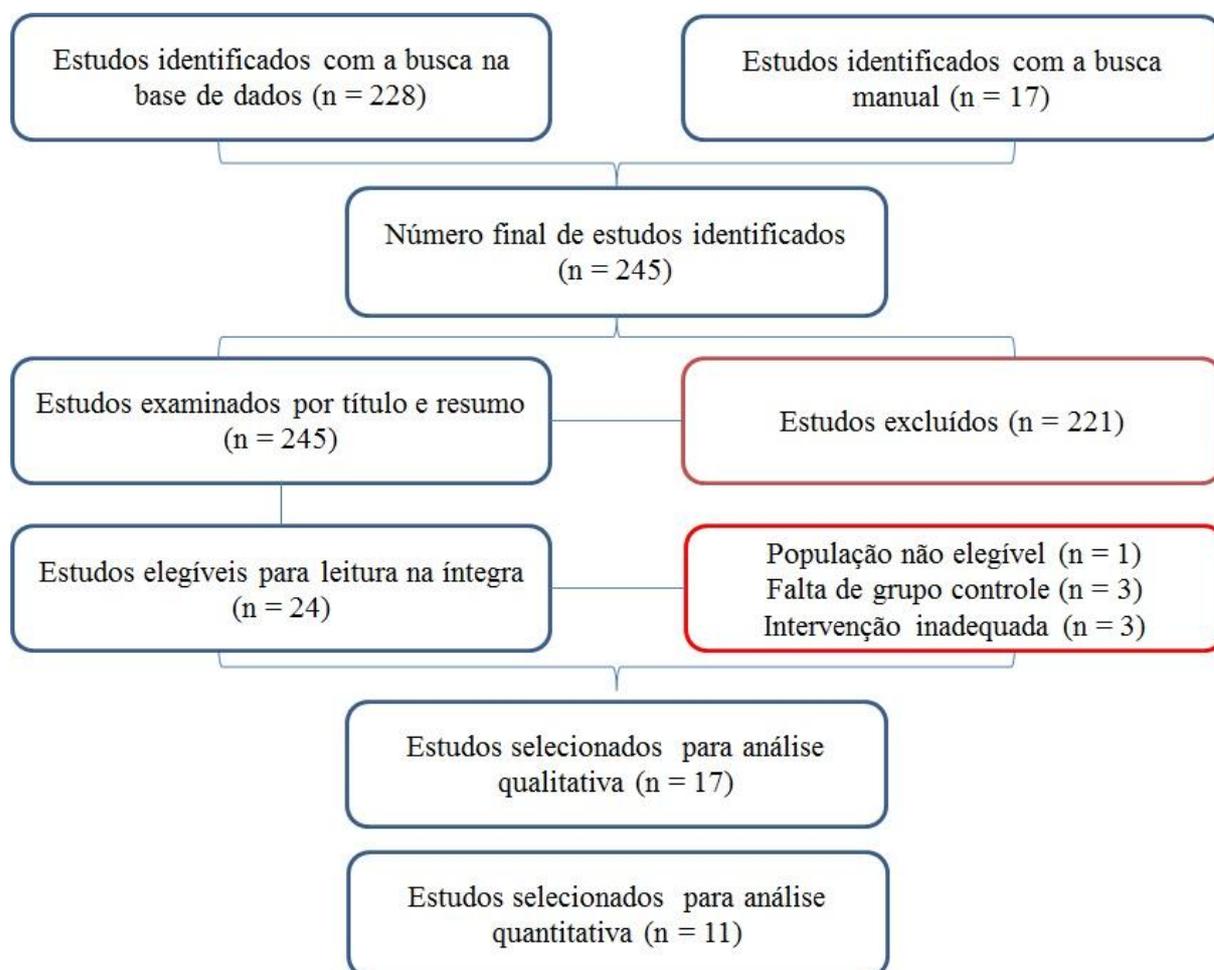


Figura 1. Fluxograma dos estudos incluídos na revisão.

Tabela 2. Característica dos estudos incluídos: N amostral, critério de fragilidade, tempo de intervenção, protocolos de treino, e desfechos.

Estudo	N	Critério de fragilidade	Tempo de intervenção	Protocolos de treino	Desfechos
Binder et al, 2005	91	Physical Performance Test (18-32 pts)	12 Semanas	MULTIC: TF + FLEX + COORD + EQ + VEL	↑Força ↑Massa muscular
Cadore et al, 2014	24	3 ou mais componentes no Instrumento de Fried	12 Semanas	MULTIC: TF + EQ + M	↑Força, Velocidade de Marcha, Teste de levantar, ir e voltar ↑Teste de Sentar-Levantar ↑Massa muscular ↓Quedas
Cameron et al, 2013	216	3 ou mais componentes no Instrumento de Fried	48 Semanas	MULTIC: TF + M	↑Velocidade de Marcha ↑ <i>Short Physical Performance Test</i>

Clemson et al, 2012	317	Histórico quedas - quedas	de ≥ 2 Semanas	48	MULTIC: TF + EQ	Força Quedas
Fairhall et al, 2013	241	3 componentes no Instrumento de Fried	ou mais	48 Semanas	MULTIC: TF + M	↑Velocidade de Marcha ↑ <i>Short Physical Performance Battery</i> Quedas
Giné-Garriga et al, 2013	51	3 componentes no Instrumento de Fried	ou mais	12 Semanas	MULTIC: TF + EQ	↓Quedas
Gudlaugson et al, 2012	117	Short Physical Performance Battery (>7 pts)		24 Semanas	MULTIC: TF + AER	↑Força Teste de 6 minutos de caminhada ↓Teste de Levantar, ir e voltar ↑ <i>Short Physical Performance Battery</i>

Ikezoe et al, 2005	28	Residentes em casa cuidados	em 48 Semanas	TF	↑Força
Jeon et al, 2015	62	Histórico quedas - quedas	de ≥ 3 Semanas	MULTIC: TF + EQ + AER	↓Teste de levantar, ir e voltar ↑Teste de sentar-levantar ↓Quedas
Kim et al, 2012	155	Massa muscular apendicular (<6,42kg/m ²); força de extensão de joelho (1,01nm/kg); velocidade de marcha (<1,22m/s); IMC (<22)	12 Semanas	MULTIC: TF + EQ + M	Força ↑Velocidade de marcha

Kim et al, 2015	131	3 ou mais componentes no Instrumento de Fried	12 Semanas	MULTIC: TF + EQ + M	<p>Massa muscular</p> <p>↑Velocidade de marcha</p> <p>↓Teste de Levantar, ir e voltar</p>
Lee et al, 2013	616	Histórico de quedas - quedas ≥ 1	12 Semanas	MULTIC: TF + EQ + AER + FLEX	<p>↓Teste de Levantar, ir e voltar</p>
Lustosa et al, 2011	32	3 ou mais componentes no Instrumento de Fried	10 Semanas	TF	<p>Força</p> <p>Potência</p> <p>Velocidade de marcha</p> <p>↑Teste de Levantar, ir e voltar</p>
Ng et al, 2015	246	3 ou mais componentes no Instrumento de Fried	24 Semanas	MULTIC: TF + EQ	<p>Força</p> <p>Velocidade de marcha.</p>

Rosendahl et al, 2006	191	Dificuldades em Atividades da Vida Diária e Exame Minimal (>10pts)	24 Semanas	MULTIC: TF + EQ + M	↑Força Velocidade de marcha
Serra-Rexach et al, 2015	40	Residentes em casa de cuidados com mais de 90 anos de idade	8 Semanas	MULTIC: TF + AER	↑Força Velocidade de marcha Teste de Levantar, ir e voltar Teste de subir escadas
Zech et al, 2015	69	3 ou mais componentes no Instrumento de Fried	12 Semanas	MULTIC: TF + EQ + M	Massa muscular Teste de sentar-levantar ↑ <i>Short Physical Performance Battery</i>

Legenda: MULTIC, Treinamento Multicomponente; TF, Treinamento de Força; AER, Treinamento Aeróbico; EQ, Treinamento de Equilíbrio; M, Retreinamento de Marcha; FLEX, Treinamento de Flexibilidade; COORD, Treinamento de Coordenação.

Tabela 3. Características do treinamento de força aplicado nos estudos.

Estudo	Frequência Semanal	Volume (Séries x Repetições)	Intensidade (% 1-RM)	Eventos Adversos
Binder et al, 2005	3	1: 1-2x6-8 2: 3x8-12	1:65% de 1-RM 2: 85-100% de 1-RM	1 sujeito saiu por motivos médicos; 1 sujeito relatou dores
Cadore et al, 2014	2	1x8-10	40-60% de 1-RM	3 sujeitos relataram complicações medicamentosas; 5 sujeitos morreram
Cameron et al, 2013	3-5	-	-	2 sujeitos relataram dores
Clemson et al, 2012	3-5	-	-	2 sujeitos relataram dores
Fairhall et al, 2013	3-5	-	-	1 sujeito relatou complicações medicamentosas; 1 sujeito relatou dores
Giné-Garriga et al, 2013	2	1-2x6-8-15	-	-

Gudlaugson et al, 2012	2	2x12	50% de 1-RM	Nenhum evento adverso
Ikezoe et al, 2005	4-6	1x10	-	-
Jeon et al, 2015	3	-	-	Nenhum evento adverso
Kim et al, 2012	2	-	-	Nenhum evento adverso
Kim et al, 2015	2	-	-	Nenhum evento adverso
Lee et al, 2013	1	-	-	Nenhum evento adverso
Lustosa et al, 2011	3	-	-	Nenhum evento adverso
Ng et al, 2015	2	1x8-15	60-80% de 1-RM	2 sujeitos relataram dores

Rosendahl et al, 2006	2	1x8-12	-	-
Serra-Rexach et al, 2015	2	2-3x8-10	30-70% de 1-RM	-
Zech et al, 2015	2	-	-	-

Legenda: 1-RM, 1-Repetição-Máxima

5.1.1.AVALIAÇÃO DO RISCO DE VIÉS

Dos estudos incluídos, dezesseis (94,1%) cumpriram os critérios de geração da sequência aleatória, enquanto apenas um estudo (5,8%) cumpriu o critério de alocação sigilosa, sendo que quinze estudos (82,3%) não apresentaram informações claras durante o texto. Doze estudos (70,6%) cumpriram os critérios de cegamento dos avaliadores nos desfechos. No que diz respeito a descrição de perdas e exclusões, treze estudos (76,47%) cumpriram o critério. No critério de análise por intenção de tratar, nove estudos (47%) respeitaram este critério (Tabela 4).

Tabela 4. Avaliação do risco de viés.

Estudo	Geração da sequência aleatória	Alocação sigilosa	Cegamento avaliadores dos desfechos	Descrição de perdas e exclusões	Análise por intenção de tratar
Binder et al, 2005	Sim	Não informaram	Não informaram	Sim	Não informaram
Cadore et al, 2014b	Sim	Não informaram	Sim	Sim	Não informaram
Cameron et al, 2013	Sim	Não	Sim	Não informaram	Não informaram
Clemson et al, 2012	Sim	Não informaram	Sim	Sim	Sim
Fairhal et al, 2013	Sim	Não informaram	Sim	Não informaram	Sim
Giné-garriga et al, 2013	Sim	Não informaram	Sim	Sim	Não informaram

Gudlaugson et al, 2012	Sim	Não informaram	Não informaram	Não informaram	Não informaram
Ikezoe et al, 2005	Não	Não informaram	Não informaram	Sim	Não informaram
Jeon et al, 2015	Sim	Não informaram	Sim	Sim	Não informaram
Kim et al, 2012	Sim	Não informaram	Sim	Sim	Sim
Kim et al, 2015	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Lee et al, 2013	Sim	Não informaram	Não informaram	Não informaram	Sim
Lustosa et al, 2011	Sim	Não informaram	Sim	Não informaram	Não informaram
Ng et al, 2015	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Rosendahl et al, 2006	Sim	Não informaram	Sim	Sim	Sim
Serra-rexach et al, 2011	Sim	Não informaram	Sim	Sim	Sim
Zech et al, 2015	Sim	Não informaram	Não informaram	Sim	Não informaram

5.1.2.MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Para avaliar a massa muscular, três estudos avaliaram a partir de DXA (BINDER ET AL, 2005; KIM ET AL, 2015; ZECH ET AL, 2015), dois estudos avaliaram a partir de bioimpedância (CLEMSON ET AL, 2012; KIM ET AL, 2012), e um estudo avaliou a partir de tomografia computadorizada (CADORE ET AL, 2014). A partir destes métodos, três estudos avaliaram o aumento de massa magra total (BINDER ET AL, 2005; CLEMSON ET AL, 2012; KIM ET AL, 2012), três estudos avaliaram o ganho de massa magra apendicular (KIM ET AL, 2012; KIM ET AL, 2015; ZECH ET AL, 2015), três estudos avaliaram o ganho de massa magra nas pernas (BINDER ET AL, 2005; KIM ET AL, 2012; KIM ET AL, 2015), e um estudo avaliou o ganho de massa magra localizado no quadríceps femoral, isquiotibiais e adutores do quadril (CADORE ET AL, 2014).

Para mensurar a força máxima, nove estudos avaliaram a partir de dinamometria (BINDER ET AL, 2005; IKEZOE ET AL, 2005; LUSTOSA ET AL, 2011; CLEMSON ET AL, 2012; KIM ET AL, 2012; LEE ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014; NG ET AL, 2015; KIM ET AL, 2015), enquanto dois estudos avaliaram a partir do teste de 1-Repetição

Máxima (1 RM) (ROSENDAHL ET AL, 2006; SERRA-REXACH ET AL, 2011). Nove estudos avaliaram a força de extensores de joelho (BINDER ET AL, 2005; IKEZOE ET AL, 2005; LUSTOSA ET AL, 2011; CLEMSON ET AL, 2012; KIM ET AL, 2012; LEE ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014; NG ET AL, 2015; KIM ET AL, 2015), dois estudos avaliaram a força de flexores de joelho (BINDER ET AL, 2005; LEE ET AL, 2013), dois estudos avaliaram a força de flexores de quadril (CLEMSON ET AL, 2005; CADORE ET AL, 2014), um estudo avaliou a força de flexores plantares (CLEMSON ET AL, 2005), e dois estudos avaliaram a força de *leg press* (ROSENDAHL ET AL, 2006; SERRA-REXACH ET AL, 2011). No que diz respeito a potência muscular, dois estudos avaliaram a potência muscular (LUSTOSA ET AL, 2011; ZECH ET AL, 2015). Ambos estudos utilizaram diferentes métodos, como a avaliação isocinética (LUSTOSA ET AL, 2011) e a potência avaliada em teste funcional (ZECH ET AL, 2015).

Na velocidade de marcha usual, cinco estudos avaliaram a velocidade para percorrer de 2,4-8m, em velocidade usual (ROSENDAHL ET AL, 2006; KIM ET AL, 2012; CAMERON ET AL, 2013; FAIRHALL ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014), enquanto três estudos avaliaram o tempo para percorrer 4-6m em velocidade rápida (LUSTOSA ET AL, 2011; NG ET AL, 2015; KIM ET AL, 2015). Além disso, um estudo (CADORE ET AL, 2014) avaliou, também, a velocidade no teste de marcha usual em condição de dupla-tarefa (tarefa aritmética e tarefa verbal). Para o teste de sentar-levantar, os métodos utilizados foram do tempo para realizar 10 repetições (JEON ET AL, 2015), e o número de repetições realizadas em 30 segundos (CADORE ET AL, 2014). Para mensurar o tempo no teste de levantar, ir e voltar, todos os seis estudos avaliaram a partir do teste *Time-up an go* (LUSTOSA ET AL, 2011; SERRA-REXACH ET AL, 2011; LEE ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014; JEON ET AL, 2015; KIM ET AL, 2015). Além disso, um estudo avaliou o teste *Time-up an go* com dupla-tarefa aritmética e tarefa verbal (CADORE ET AL, 2014). Todos os estudos que mensuraram a partir de bateria de testes, utilizaram a bateria de testes SPPB (CAMERON ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013; ZECH ET AL, 2015).

Já, para avaliar a incidência de quedas, três estudos avaliaram através do número de quedas relativo por pessoa (CLEMSON ET AL, 2012; FAIRHAL ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014), dois estudos avaliaram através da pontuação no instrumento *Fall Self-Efficacy* (LEE ET AL, 2013; JEON ET AL, 2015), e um estudo avaliou através do instrumento *ABC Scale* (GINÉ-GARRIGA ET AL, 2013).

5.1.3.METODOLOGIA DE TREINAMENTO

A literatura tem apresentado diversas estratégias para reverter os efeitos da síndrome de fragilidade, entretanto as que se tem mostrado mais eficiente foi o TF ou o TF associado com o treinamento aeróbico, equilíbrio, e retreino de marcha, chamado de treinamento multicomponente. Seis estudos avaliaram apenas o efeito do treinamento de força na população frágil (BINDER ET AL, 2005; IKEZOE ET AL, 2005; LUSTOSA ET AL, 2011; GINÉ-GARRIGA ET AL, 2013; ZECH ET AL, 2015), onze estudos avaliaram o efeito do treinamento multicomponente na população frágil (ROSENDAHL ET AL, 2006; SERRA-REXACH ET AL, 2011; CLEMSON ET AL, 2012; KIM ET AL, 2012; CAMERON ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013; LEE ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014; JEON ET AL, 2014; KIM ET AL, 2015; NG ET AL, 2015). Todos os dezessete estudos abordaram no seu programa de treinamento exercícios de força, dez estudos abordaram exercícios de equilíbrio (BINDER ET AL, 2005; ROSENDAHL ET AL, 2006; CLEMSON ET AL, 2012; GINÉ-GARRIGA ET AL, 2013; LEE ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014; JEON ET AL, 2015; KIM ET AL, 2015; NG ET AL, 2015; ZECH ET AL, 2015), seis estudos abordaram exercícios de retreino de marcha (ROSENDAHL ET AL, 2006; KIM ET AL, 2012; CAMERON ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014; KIM ET AL, 2015; ZECH ET AL, 2015), três estudos abordaram exercícios aeróbicos (SERRA-REXACH ET AL, 2011; LEE ET AL, 2013; JEON ET AL, 2015), dois estudos abordaram exercícios de flexibilidade (BINDER ET AL, 2005; LEE ET AL, 2013), e apenas um estudo abordou exercícios de coordenação e velocidade de reação (BINDER ET AL, 2005) (Tabela 2).

5.1.4.TEMPO DE INTERVENÇÃO

Em relação ao tempo de intervenção, um estudo avaliou o efeito de 8 semanas de treinamento (SERRA-REXACH ET AL, 2011), um estudo avaliou o efeito de 10 semanas de treinamento (LUSTOSA ET AL, 2010), oito estudos avaliaram o efeito de 12 semanas de treinamento (BINDER ET AL, 2005; KIM ET AL, 2012; LEE ET AL, 2013; GINÉ-GARRIGA ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014; JEON ET AL, 2014; KIM ET AL, 2015; ZECH ET AL, 2015), três estudos avaliaram o efeito de 24 semanas de treinamento (ROSENDAHL ET AL, 2006; GUDLAUGSON ET AL, 2012; NG ET AL, 2015), e quatro estudos avaliaram o efeito de 48 semanas de treinamento (IKEZOE ET AL, 2005; CLEMSON ET AL, 2012; CAMERON ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013) (Tabela 2). Os próximos tópicos terão por objetivo levantar os dados de estudos longitudinais com treinamento de força ou multicomponente, em indivíduos frágeis.

5.1.5.VARIÁVEIS DE PRESCRIÇÃO NO TREINAMENTO DE FORÇA

5.1.5.1.FREQUÊNCIA SEMANAL DO TREINAMENTO DE FORÇA

Nos estudos incluídos, um estudo (5,8%) apresentou uma frequência semanal de 4-6x na semana (IKEZOE ET AL, 2005), seis (35,2%) apresentaram uma frequência de 3x na semana (BINDER ET AL, 2005; LUSTOSA ET AL, 2010; CLEMSON ET AL, 2012; CAMERON ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013; JEON ET AL, 2015), dez estudos (52,9%) apresentaram uma frequência semanal de 2x (ROSENDAHL ET AL, 2006; SERRA-REXACH ET AL, 2011; GUDLAUGSON ET AL, 2012; KIM ET AL, 2012; GINÉ-GARRIGA ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014; KIM ET AL, 2015; NG ET AL, 2015; ZECH ET AL, 2015) e um estudo apresentou uma frequência de 1x na semana (LEE ET AL, 2013) (Tabela 3).

5.1.5.2.MÉTODOS DE PRESCRIÇÃO DA INTENSIDADE DO TREINAMENTO DE FORÇA

No que diz respeito a intensidade prescrita no TF dos estudos incluídos, seis (35,2%) utilizaram os percentuais de 1-RM para prescrever a intensidade do TF (BINDER ET AL, 2005; ROSENDAHL ET AL, 2006; SERRA-REXACH ET AL, 2011; GUDLAUGSON ET AL, 2012; CADORE ET AL, 2014; NG ET AL, 2015). Cinco estudos (29,4%) utilizaram a escala de percepção de esforço (EPE) para prescrever a intensidade do TF (IKEZOE ET AL, 2005; KIM ET AL, 2012; GINÉ-GARRIGA ET AL, 2013; KIM ET AL, 2015; ZECH ET AL, 2015), enquanto seis (35,2%) não apresentaram informações sobre a prescrição da intensidade (LUSTOSA ET AL, 2010; CLEMSON ET AL, 2012; CAMERON ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013; LEE ET AL, 2013; JEON ET AL, 2015).

5.1.5.3.PRESCRIÇÃO DA INTENSIDADE DO TREINAMENTO DE FORÇA

Dos estudos incluídos, sete estudos utilizaram intensidades progressivas ao longo do período de TF (BINDER ET AL, 2005; ROSENDAHL ET AL, 2006; SERRA-REXACH ET AL, 2011; GUDLAUGSON ET AL, 2012; GINÉ-GARRIGA ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014; NG ET AL, 2015), enquanto dez estudos não apresentaram informações (IKEZOE ET AL, 2005; LUSTOSA ET AL, 2010; CLEMSON ET AL, 2012; KIM ET AL, 2012; CAMERON ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013; GINÉ-GARRIGA ET AL, 2013; LEE ET AL, 2013; JEON ET AL, 2015; KIM ET AL, 2015; ZECH ET AL, 2015). A faixa de intensidade utilizada para as intervenções variaram de 30 – 100 % 1-RM (Tabela 3).

5.1.5.4.PRESCRIÇÃO DO VOLUME DE TREINAMENTO DE FORÇA

Para a prescrição de volume de treino no TF, quatro estudos (23,5%) utilizaram uma série nos exercícios utilizados, apresentando uma faixa 8 a 15 repetições (IKEZOE ET AL, 2005; ROSENDAHL ET AL, 2006; GINÉ-GARRIGA ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014; NG ET AL, 2015). Dois estudos (11,8%) utilizaram duas séries nos exercícios utilizados, apresentando uma faixa de 6 a 12 repetições (BINDER ET AL, 2005; GUDLAUGSON ET AL, 2012). Um estudo (5,9%) utilizou três séries nos exercícios utilizados, apresentando uma faixa de 8 a 10 repetições (SERRA-REXACH ET AL, 2011). Entretanto, nove estudos (52,9%) não apresentaram informações sobre a prescrição do volume de treino (LUSTOSA ET AL, 2010; CLEMSON ET AL, 2012; KIM ET AL, 2012; CAMERON ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013; LEE ET AL, 2013; JEON ET AL, 2015; KIM ET AL, 2015; ZECH ET AL, 2015) (Tabela 3)

5.1.6.MASSA MUSCULAR

Cinco estudos avaliaram a massa muscular, após o treinamento multicomponente, em indivíduos frágeis (BINDER ET AL, 2005; CLEMSON ET AL, 2012; KIM ET AL, 2012; CADORE ET AL, 2014; KIM ET AL, 2015; ZECH ET AL, 2015). Dois estudos encontraram ganhos significantes após 12 semanas de intervenção, em duas das três variáveis avaliadas (BINDER ET AL, 2005; CADORE ET AL, 2014). Quatro estudos não encontraram diferença significantes, em pelo menos uma variável avaliada, após a 12 semanas de intervenção (KIM ET AL, 2012; CADORE ET AL, 2014; KIM ET AL, 2015; ZECH ET AL, 2015), e um estudo não encontrou diferença significativa após a 48 semanas de intervenção (CLEMSON ET AL, 2012).

5.1.7.FORÇA MUSCULAR

Onze estudos avaliaram a força muscular em indivíduos frágeis (BINDER ET AL, 2005; CADORE ET AL, 2014; CLEMSON ET AL, 2012; IKEZOE ET AL, 2005; KIM ET AL, 2012; LUSTOSA ET AL, 2011; NG ET AL, 2015; ROSENDAHL ET AL, 2006; SERRA-REXACH ET AL, 2011; KIM ET AL, 2015; LEE ET AL, 2013). Um estudo encontrou diferença significativa após 8 semanas de intervenção (SERRA-REXACH ET AL, 2011), um estudo encontrou diferença significativa após 10 semanas de intervenção em uma das variáveis (LUSTOSA ET AL, 2011), quatro estudos encontraram diferenças significantes após 12 semanas de intervenção (BINDER ET AL, 2005; ROSENDAHL ET AL, 2006; LEE ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014), e um estudo encontrou diferença significativa após 48 semanas de intervenção (IKEZOE ET AL, 2005). Um estudo encontrou diferença após 12

semanas e 24 semanas de intervenção (ROSENDAHL ET AL, 2006). Um estudo não encontrou diferença significativa após 10 semanas (LUSTOSA ET AL, 2010), quatro estudos não encontraram diferença significativa após 12 semanas de intervenção (KIM ET AL, 2012; LEE ET AL, 2013; NG ET AL, 2015; KIM ET AL, 2015), um estudo não encontrou diferença significativa no período basal a 24 semanas de intervenção (NG ET AL, 2015), e um estudo não encontrou diferença significativa após 48 semanas (CLEMSON ET AL, 2005).

5.1.8.POTÊNCIA MUSCULAR

Dois estudos avaliaram a potência muscular (LUSTOSA ET AL, 2011; ZECH ET AL, 2015). Um estudo encontrou diferença após 10 semanas de intervenção (LUSTOSA ET AL, 2011), enquanto um estudo não encontrou diferença significativa no período basal a 12 semanas (ZECH ET AL, 2015).

5.1.9.CAPACIDADE FUNCIONAL

5.1.9.1.TESTE DE VELOCIDADE DE MARCHA

5.1.9.1.1.TESTE DE VELOCIDADE DE MARCHA USUAL

Dez estudos avaliaram o teste de marcha em indivíduos frágeis. Nos testes de velocidade de marcha usual, um estudo apresentou melhora significativa após 10 semanas de intervenção (LUSTOSA ET AL, 2011), um estudo apresentou melhora significativa após 12 semanas de intervenção (KIM ET AL, 2012), um estudo apresentou melhora significativa após 12 a 24 semanas (ROSENDAHL, ET AL, 2006), e dois estudos apresentaram melhora significativa após 48 semanas (CAMERON ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013). Um estudo não apresentou diferença significativa após 8 semanas de intervenção (SERRAREXACH ET AL, 2011), seis estudos não apresentaram diferença após 12 semanas de intervenção (ROSENDAHL ET AL, 2006; CAMERON ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014; NG ET AL, 2015; KIM ET AL, 2015), um estudo não apresentou diferença significativa após 24 semanas de intervenção (NG ET AL, 2015).

5.1.9.1.2.TESTE DE VELOCIDADE DE MARCHA RÁPIDA

No testes de velocidade de marcha rápida, um estudo apresentou melhora significativa após 12 semanas de intervenção (KIM ET AL, 2012), um estudo apresentou melhora significativa após o período de 12 a 24 semanas de intervenção (ROSENDAHL ET AL, 2006). Um estudo não apresentou melhora significativa após 12 semanas (ROSENDAHL ET AL, 2006).

5.1.9.1.3.TESTE DE VELOCIDADE DE MARCHA COM DUPLA-TAREFA

Nos testes de velocidade de marcha usual envolvendo dupla tarefa (tarefa verbal e aritmética), um estudo não encontrou melhoras significantes após o período de 12 semanas, em ambos testes (CADORE ET AL, 2014).

5.1.9.2.TESTE DE SENTAR E LEVANTAR

Dois estudos avaliaram o desempenho no teste de sentar e levantar (CADORE ET AL, 2014; JEON ET AL, 2015). Dois estudos apresentaram melhoras significantes após 12 semanas (CADORE ET AL, 2014; JEON ET AL, 2015).

5.1.9.3.TESTE DE LEVANTAR, IR E VOLTAR

Seis estudos avaliaram o tempo para realizar o teste de levantar, ir e voltar (LUSTOSA ET AL, 2011; SERRA-REXACH ET AL, 2011; LEE ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014; JEON ET AL, 2015; KIM ET AL, 2015). Nos testes de levantar, ir e voltar, um estudo apresentou melhora significativa após o período de 10 semanas de intervenção (LUSTOSA ET AL, 2011), e quatro estudos apresentaram melhora significativa após 12 semanas de intervenção (LEE ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014; JEON ET AL, 2015; KIM ET AL, 2015). Um estudo não apresentou diferença significativa após intervenção de 8 semanas (SERRA-REXACH ET AL, 2011).

5.1.9.3.1.TESTE DE LEVANTAR, IR E VOLTAR COM DUPLA TAREFA

Nos testes de levantar, ir e voltar com dupla tarefa, um estudo apresentou melhora significativa após 12 semanas de intervenção em ambas, tarefas aritmética e verbal (CADORE ET AL, 2014).

5.1.9.4.TESTE DE SUBIR ESCADAS

Apenas um estudo avaliou o tempo no desempenho do teste de subir escadas (SERRA-REXACH ET AL, 2011). Não foram encontradas diferenças significantes após 8 semanas de intervenção (SERRA-REXACH ET AL, 2011).

5.1.9.5.BATERIAS DE TESTE

Três estudos avaliaram a pontuação em baterias de teste (CAMERON ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013; ZECH ET AL, 2015). Um estudo encontrou melhoras significantes

após 12 semanas de intervenção (ZECH ET AL, 2015), enquanto que os outros dois estudos encontraram melhoras significantes após 48 semanas de intervenção (CAMERON ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013). Dois estudos não encontraram diferença significativa após o período de 12 semanas de intervenção (CAMERON ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013).

5.1.10.QUEDAS

Seis estudos avaliaram a incidência de quedas (CLEMSON ET AL, 2012; LEE ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013; GINÉ-GARRIGA ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014; JEON ET AL, 2015). Três estudos encontraram reduções significantes após 12 semanas de intervenção (GINÉ-GARRIGA ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014; JEON ET AL, 2015), e um estudo encontrou diferenças significantes entre período basal e 12 semanas de intervenção (GINÉ-GARRIGA ET AL, 2013). Um estudo não encontrou diferenças significantes após o período de 12 semanas de intervenção (LEE ET AL, 2013), e dois estudos não encontraram diferenças significantes após um período de intervenção de 48 semanas (CLEMSON ET AL, 2012; FAIRHAL ET AL, 2013).

5.1.11.TREINAMENTO MULTICOMPONENTE E EVENTOS ADVERSOS

Dos estudos incluídos, cinco (29,4%) apresentaram eventos adversos ao longo do programa de intervenção (BINDER ET AL, 2005; CLEMSON ET AL, 2012; CAMERON ET AL, 2013; FAIRHAL ET AL, 2013; NG ET AL, 2015), enquanto seis estudos (35,3%) não apresentaram qualquer evento adverso (IKEZOE ET AL, 2005; ROSENDAHL ET AL, 2006; SERRA-REXACH ET AL, 2011; GINÉ-GARRIGA ET AL, 2013; CADORE ET AL, 2014; NG ET AL, 2015). Seis estudos (35,3%) não apresentaram informações sobre eventos adversos (LUSTOSA ET AL, 2010; GUDLAUGSON ET AL, 2012; KIM ET AL, 2012; LEE ET AL, 2013; JEON ET AL, 2015; KIM ET AL, 2015) (Tabela 3).

5.2.METÁNALISE

5.2.1.EFEITOS DO TREINAMENTO MULTICOMPONENTE NA FORÇA MÁXIMA

Os resultados referentes à meta-análise foram expressos em tamanho de efeito, intervalo de confiança e heterogeneidade, respectivamente. Estes dados estão apresentados nas respectivas figuras, juntamente com seu valor de p.

Para os dados de força máxima de extensão do joelho, sete estudos avaliaram a força máxima dos extensores de joelho (n = 966), não sendo observada diferença significativa no tamanho de efeito encontrado (0,51 DP; IC 95%: -0,05 - 1,07; I² 91%; p=0,08) (Figura 2).

Verificando a heterogeneidade, quatro estudos são responsáveis pela alto valor de I^2 (BINDER ET AL, 2005; ROSENDAHL ET AL, 2006; LUSTOSA ET AL, 2010; LEE ET AL, 2013), quando eliminados, a análise apresenta $I^2 = 4\%$.

No que diz respeito às sub-análises que avaliaram o desfecho em função do tempo de intervenção, seis estudos realizaram 12 ou menos semanas de intervenção ($n = 847$), não sendo observada diferença significativa no tamanho de efeito encontrado (0,40 DP; IC 95%: -0,19 - 0,98; $I^2 88\%$; $p=0,18$). Verificando a heterogeneidade, três estudos são responsáveis pela alto valor de I^2 (ROSENDAHL ET AL, 2006; LUSTOSA ET AL, 2010; LEE ET AL, 2013), quando eliminados, a análise apresenta $I^2 = 2\%$. Já, quando analisados estudos que realizaram mais de 12 semanas de intervenção, a partir de dois estudos ($n = 152$) são observadas diferenças significantes no tamanho de efeito encontrado (0,76 DP; IC 95%: 0,08 – 1,43; $I^2 72\%$; $p=0,0004$) (Figura 2). Os resultados indicam que maiores tempos de intervenção apresentam significância para o aumento da força máxima de extensores do joelho.

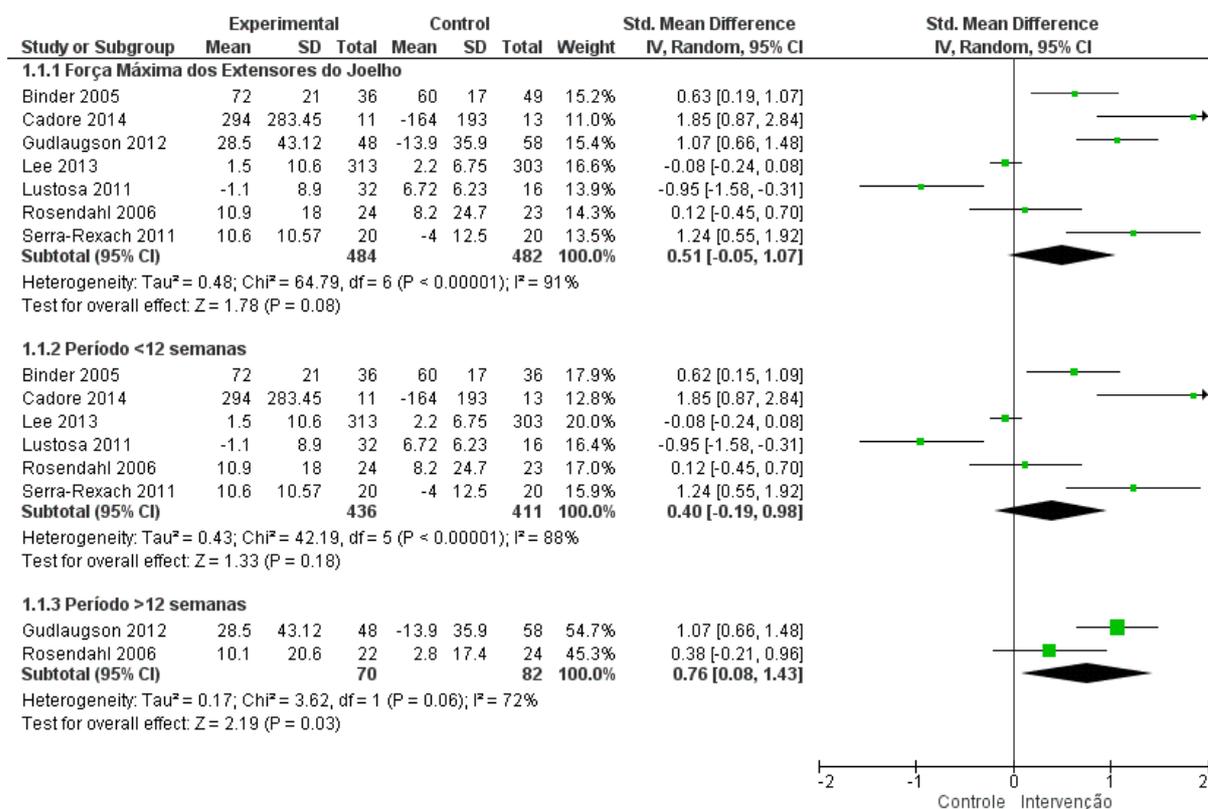


Figura 2. Resultados relativos a força máxima de extensão de joelho, com todos estudos, estudos com período menor ou igual a 12 semanas de intervenção e estudos com período maior de 12 semanas de intervenção.

No que diz respeito as sub-análises que avaliaram o desfecho de força máxima dos extensores do joelho em função do tipo de prescrição do treinamento de força, cinco estudos (n = 302) prescreveram o treinamento de força a partir de percentuais do teste de 1-RM, apresentando significância no tamanho de efeito encontrado (0,9 DP; IC 95%: 0,43 - 1,37; I² 70%). Verificando a heterogeneidade, dois estudos são responsáveis pela alto valor de I² (BINDER ET AL, 2005; ROSENDAHL ET AL, 2006), quando eliminados, a análise apresenta I² = 4%. Enquanto os dois estudos (n = 364), que prescreveram o treinamento a partir de escalas de percepção de esforço (EPE), não apresentaram significância no tamanho de efeito encontrado (-0,46; IC 95%: -1,3 – 0,39; I² 85%) (Figura 3). Os resultados indicam que TF prescritos a partir de percentuais de 1-RM apresentam significância para o ganho de força máxima do extensores do joelho.

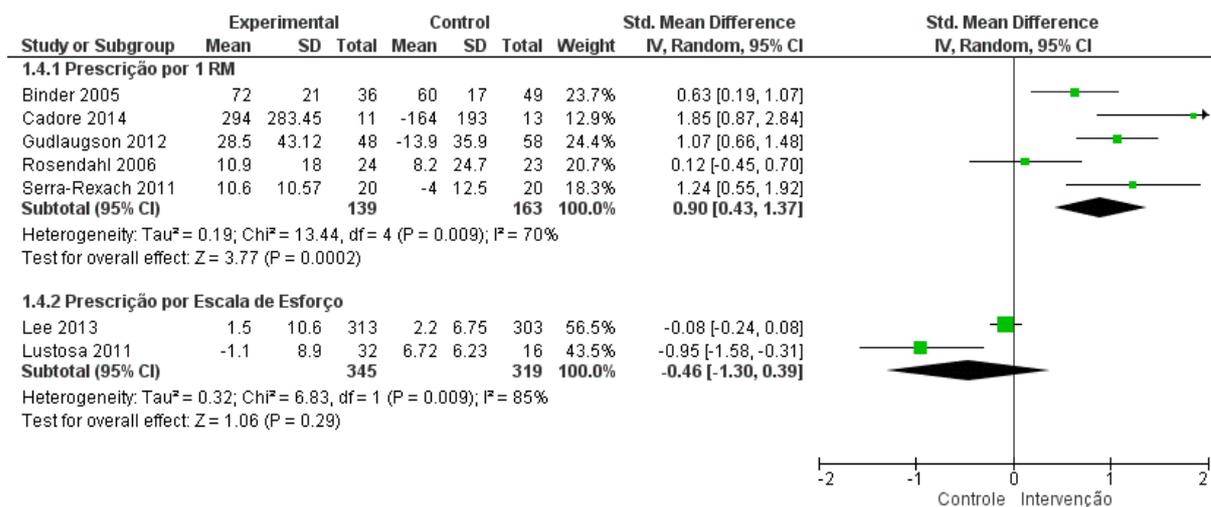


Figura 3. Resultados relativos a força máxima de extensão de joelho, com estudos que prescreveram o treinamento de força baseado nos percentuais do valor de teste de 1-RM, e estudos que prescreveram o treinamento de força baseado em EPE.

5.2.2.EFEITOS DO TREINAMENTO MULTICOMPONENTE NO TESTE DE VELOCIDADE DE MARCHA

Para os dados de velocidade de marcha, cinco estudos avaliaram este desfecho (n = 633), não sendo observada diferença significativa no tamanho de efeito encontrado (0,18; IC 95%: -0,39 – 0,76; I² 87%) (Figura 4). Verificando a heterogeneidade, três estudos são responsáveis pela alto valor de I² (ROSENDAHL ET AL, 2006; LUSTOSA ET AL, 2010; CAMERON ET AL, 2013), quando eliminados, a análise apresenta I² = 0%.

No que diz respeito às sub-análises que avaliaram o desfecho em função do tempo de intervenção, dois estudos realizaram mais de 12 semanas de intervenção (n = 521), não sendo observada diferença significativa no tamanho de efeito encontrado (0; IC 95%: -0,69 - 0,69; I² 89%). Quando analisados estudos que realizaram intervenção igual ou menor do que 12 semanas, a partir de quatro estudos (n = 566) não foram observadas diferenças significativas no tamanho de efeito encontrado (0,23; IC 95%: -0,43 - 0,89; I² 84%) (Figura 4). Verificando a heterogeneidade, dois estudos são responsáveis pela alto valor de I² (LUSTOSA ET AL, 2010; CAMERON ET AL, 2013), quando eliminados, a análise apresenta I² = 0%.

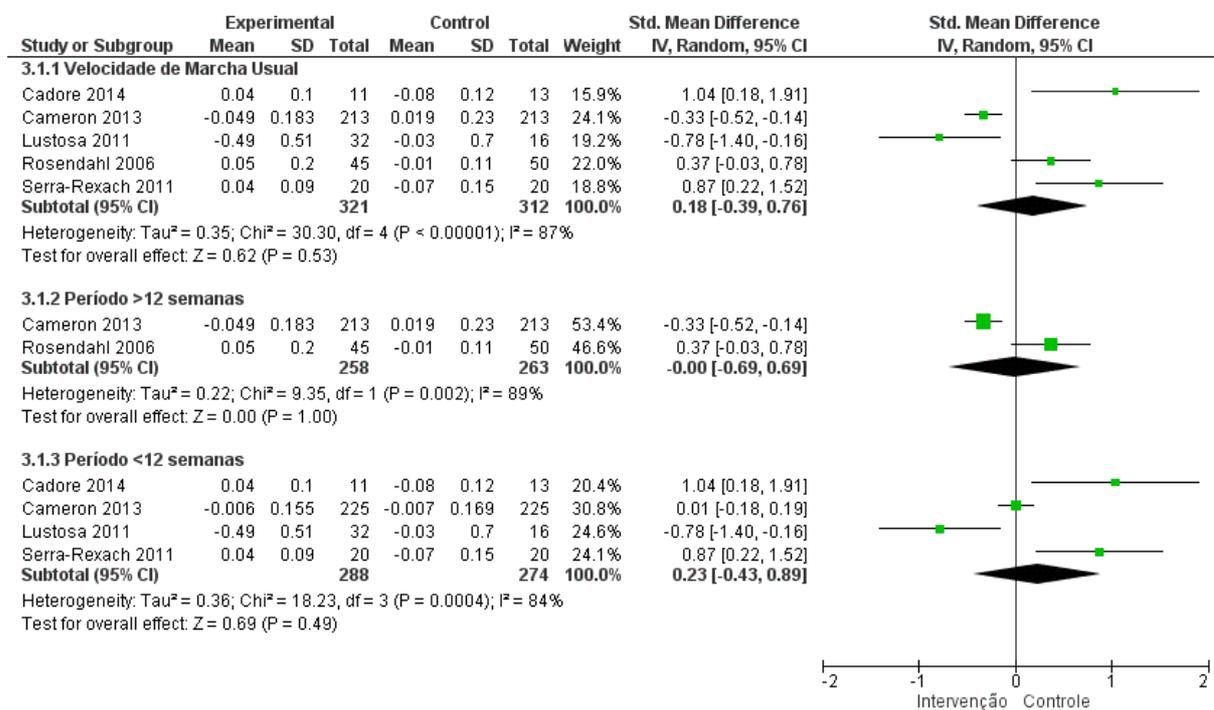


Figura 4. Resultados relativos a velocidade de marcha, com total dos estudos, com estudos com período maior que 12 semanas de intervenção e estudos com período menor ou igual a 12 semanas de intervenção.

5.2.3.EFEITOS DO TREINAMENTO MULTICOMPONENTE NO TESTE DE LEVANTAR, IR E VOLTAR

Com relação ao teste de levantar, ir e volta, seis estudos avaliaram este desfecho (n = 876), apresentando uma diferença significativa no tamanho de efeito encontrado (-0,96; IC 95%: -1,55 – 0,37; I² 88%) (Figura 5). Verificando a heterogeneidade, dois estudos são responsáveis pela alto valor de I² (SERRA-REXACH ET AL, 2011; LEE ET AL, 2013), quando eliminados, a análise apresenta I² = 0%.

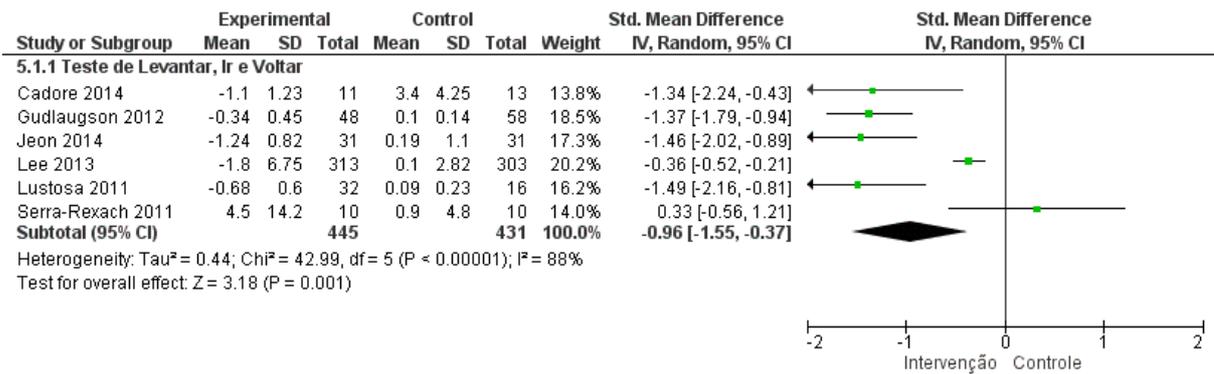


Figura 5. Resultados para o teste de levantar, ir e volta, apresentando total dos estudos.

5.2.4.EFEITOS DO TREINAMENTO MULTICOMPONENTE NO SPPB

Com relação a pontuação SPPB, quatro estudos avaliaram este desfecho (n = 592), observando-se diferença significativa no tamanho de efeito (0,55 DP; IC 95%: 0,35 – 0,75; I² 26%) (Figura 6). No que diz respeito às sub-análises que avaliaram o desfecho em função do tempo de intervenção, três estudos realizaram período menor ou igual a 12 semanas de intervenção (n = 520), não sendo observada diferença significativa no tamanho de efeito (0,22; IC 95%: -0,01 - 0,46; I² 36%). Quando analisados estudos que realizaram intervenção maior que 12 semanas, a partir de três estudos (n = 554) foram observadas diferenças significantes no tamanho de efeito encontrado (0,52; IC 95%: 0,29 - 0,76; I² 45%) (Figura 6). Os resultados indicam que períodos superiores a 12 semanas de intervenção apresentam significância para o aumento do desempenho no SPPB.

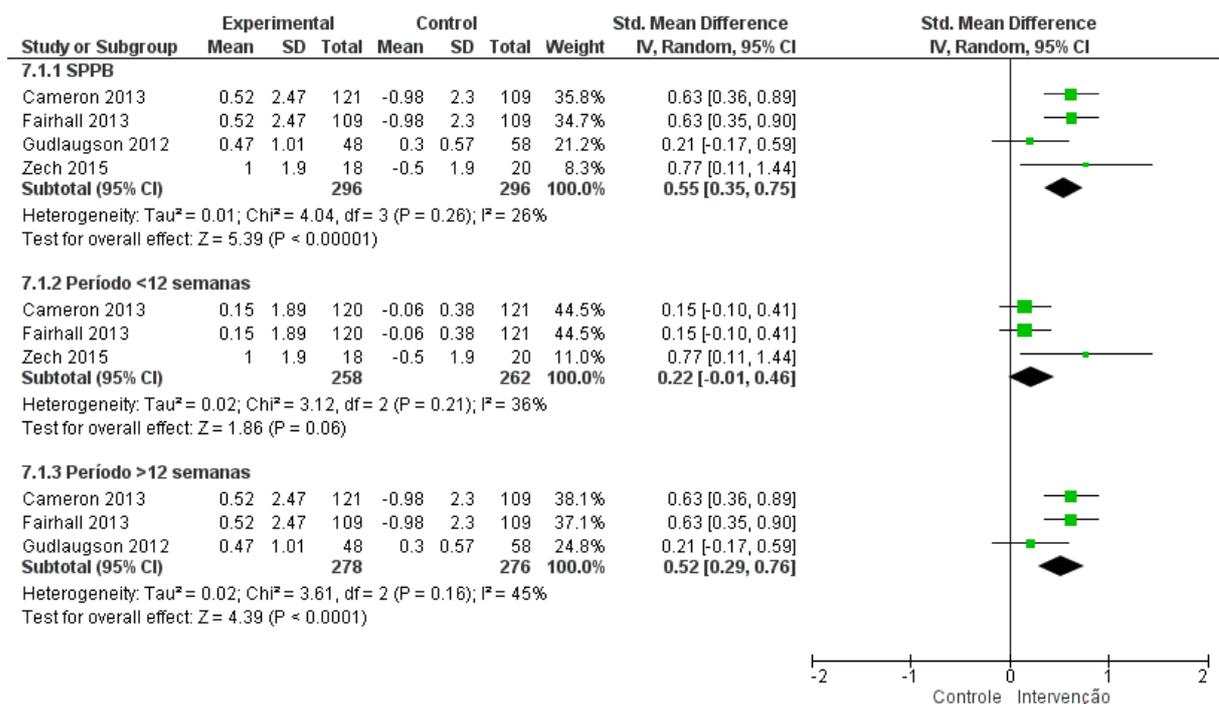


Figura 6. Resultados para pontuação no SPPB comtotal dos estudos, estudos com período menor ou igual a 12 semanas de intervenção e estudos com período maior que 12 semanas de intervenção.

6.DISSCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar sistematicamente e o efeito do treinamento multicomponente sobre os desfechos da fragilidade física. Além disso, também foi possível verificar através de análises de sensibilidade a influência do período de intervenção e a prescrição de intensidade no tamanho de efeito das variáveis. Onze estudos envolvendo 1710 idosos frágeis foram incluídos neste estudo, e para o melhor do nosso conhecimento, é o primeiro estudo a verificar o efeito do TF sozinho ou fazendo parte do treinamento multicomponente na força máxima, velocidade de marcha, teste de levantar, ir e voltar, e no desempenho do SPPB em idosos frágeis. A presente análise mostram a importância de prescrever o TF utilizando % 1-RM e períodos de intervenção superiores a 12 semanas para promover melhores adaptações nesta população.

Existe uma grande associação entre prejuízos neurais e reduções na força, potência muscular, e funcionalidade de indivíduos idosos (BASEY ET AL, 1992; LEXELL, 1995; BEAN ET AL, 2002; TRAPPE ET AL, 2003; CLARK ET AL, 2006A; CLARK ET AL, 2006B; LANG ET AL, 2010). O treinamento multicomponente é eficiente em amenizar em certo grau essas perdas em indivíduos idosos não frágeis, porém pouco é conhecido sobre benefícios em idosos frágeis. Para nosso conhecimento, esta meta-análise é a primeira a avaliar o efeito do treinamento multicomponente nos ganhos de força máxima dos extensores do joelhos de idosos frágeis. Quando analisados os efeitos de todos estudos sobre a variável força, não foi encontrado efeito significativo, entretanto, as sub-análises em função do tempo apontam resultados positivos sobre estudos que trabalharam maiores tempos de intervenção (>12 semanas) (0,76 DP; IC 95%: 0,08 – 1,43; I² 72%; p=0,0004). No estudo de Churchward-Venne et al (2015) o objetivo foi verificar a responsividade após 12 e 24 semanas de TF sob a força muscular e a funcionalidade, em idosos saudáveis, pré-frágeis e frágeis. Os resultados mostram aumentos de 23 e 35% na força de 1-RM de extensão de joelhos, após 12 e 24 semanas, respectivamente. Neste estudo, mesmo os indivíduos que não apresentaram efeitos positivos em 12 semanas, demonstraram aumentos na força após 24 semanas. Desta maneira, de acordo com Churchward-Venne et al (2015), nossos resultados apresentam que o idoso frágil pode precisar de maiores períodos para verificar efeitos positivos na força máxima.

Métodos de prescrição de intensidade como 1-RM e EPE são usualmente utilizados para prescrição no TF, e programas de treinamento utilizando ambos métodos apresentam aumentos na função neuromuscular (IZQUIERDO ET AL, 2016). Neste estudo, os resultados apresentam efeito significativo quando a intensidade do TF é prescrita a partir de %1-RM, comparado quando prescrita por EPE (0,90 DP; IC 95%: 0,43 – 1,37; I² 70% vs -0,46; IC 95%: -1,30 – 0,39; I² 85%, respectivamente). No estudo de Cadore et al (2014), os indivíduos realizavam de 2-3 séries de 8-10 repetições em uma intensidade de 40-60% de 1-RM, e apresentaram melhoras significantes na força máxima dos extensores do joelho (20,2%), e do mesmo modo no estudo de Tiggeman et al (2016) utilizando EPE foi encontrado efeito positivo sobre a força máxima dos extensores do joelho (16,1%). Alguns estudos apontam benefícios em utilizar EPE para a prescrição de treinamento (TIGGEMAN ET AL, 2010; TIGGEMAN ET AL, 2016; SCOTT ET AL, 2016), como evitar a utilização de esforços máximos (TIGGEMAN ET AL, 2010), além de permitir a avaliação do desconforto, fadiga e recuperação a cada sessão de treinamento (SCOTT ET AL, 2016). Entretanto, para o melhor de nosso conhecimento, esta é a primeira meta-análise que apresenta esta sub-análise em função da prescrição do treinamento de força, apontando que, para maiores ganhos na variável de força, é importante estruturar o programa de treinamento em intensidades definidas a partir dos percentuais de 1-RM. Os motivos que podem justificar este resultado podem estar relacionados a diminuição da capacidade da percepção de esforço do indivíduos fisicamente frágeis, levando a subestimarem as cargas de trabalho durante as sessões de treino, e consequentemente, ao final do programa de treinamento apresentarem menores ganhos relativos a força máxima.

A velocidade de marcha usual é extremamente relevante para a saúde, devido a sua grande associação com riscos de hospitalização e necessidade de cuidados (STUDENSKI ET AL, 2003; CESARI ET AL, 2005). A presente análises não apresentaram nenhum efeito significativo do treinamento multicomponente sobre o desfecho de velocidade de marcha (0,18 DP; IC 95%: -0,39 – 0,76; I² 87%), e em nenhuma das sub-análises em função do tempo de intervenção. Diferente dos nossos resultados, Giné-Garriga et al (2014) em sua metánlise avaliaram o efeito do exercício físico sobre a variável de velocidade de marcha usual, em idosos frágeis. Seus resultados apresentam um efeito positivo de 0,06m/s (IC 95%: 0,04 – 0,08) na performance deste desfecho (GINÉ-GARRIGA ET AL, 2014). Um dos motivos que podem justificar as diferenças entre as meta-análises podem estar na seleção dos estudos. Giné-Garriga et al (2014) abordaram o exercício físico como principal intervenção para a

população frágil, enquanto que o presente estudo avaliou o efeito apenas dos estudos que utilizaram o treinamento de força como um dos componentes o treinamento multicomponente. Entre os estudos analisados, dois estudos que apresentaram efeito negativo sob o desempenho no teste de velocidade de marcha (LUSTOSA ET AL, 2011; CAMERON ET AL, 2013), que podem ser responsáveis pelos resultados encontrados. O protocolo de treinamento de Lustosa et al (2011) utilizou caneleiras de 0,5-3kg, enquanto e Cameron et al (2013) não especificaram a metodologia de treinamento utilizado, e podem ser associados a falta de efeito neste desfecho. Devido esta discordância, mais estudos deverão ser conduzidos, buscando entender se estas prescrições de treinamento são as mais adequadas para objetivar melhoras na velocidade de marcha usual.

Além de serem associados com a habilidade de marcha, o equilíbrio, o teste de sentar-levantar e o teste de levantar, ir e voltar têm mostrado uma forte associação com o risco de quedas, em idosos frágeis (CASAS-HERRERO ET AL, 2013). Os presentes resultados demonstraram que o treinamento multicomponente apresenta um efeito positivo sobre o desempenho no teste de levantar, ir e voltar, reduzindo o tempo de teste, em idosos fisicamente frágeis (-0,96; IC 95%: -1,55 – -0,37; P^2 88%). Em contraste, meta-análises anteriores não encontraram efeitos positivos do exercício físico sobre o teste de levantar, ir e voltar (CHOU ET AL, 2012; GINÉ-GARRIGA ET AL, 2014). Estas diferenças podem ser atribuídas aos critérios de inclusão. Giné-Garriga et al (2014) analisaram estudos que utilizaram o treinamento físico como intervenção na população frágil, incluindo estudos que utilizaram treinamento com banda elástica (WESTHOFF ET AL, 2000; BOSHUIZEN ET AL, 2005), enquanto na meta-análise de Chou et al (2012) apresentaram um P^2 de 96%, onde os estudos analisados apresentavam efeitos positivos (HAUER ET AL, 2003), negativos (LATHAM ET AL, 2003) e neutros (PERI ET AL, 2008), além de diferentes formas de controlar a intensidade e diferentes volumes utilizados. Diferentes dos estudos anteriores, os resultados da presente investigação sugerem que o treinamento multicomponente, que inclui o TF, apresentam efeitos positivos, comparado aos estudos que não incluem o TF como um dos componentes, sobre a capacidade funcional medida através do teste de levantar, ir e voltar.

Estudos apontam que baixas pontuações na bateria de testes (i.e. SPPB) podem prever hospitalização, necessidade de cuidado primário, desequilíbrios, e mortalidade em idosos (GURALNIK ET AL, 2000; GURALNIK ET AL, 1994). Por outro lado, estudos prévios mostram que o treinamento multicomponente interfere de maneira significativa nos aspectos funcionais avaliados por este teste (ZECH ET AL, 2015). O presente estudo

apresentou tamanho de efeito significativo, do treinamento multicomponente, sobre o desempenho no teste SPPB (0,55; IC 95%: 0,35 – 0,75; P^2 26%), sendo que períodos mais longos (> 12 semanas), parecem ser os responsáveis pelo maior tamanho de efeito (0,52; IC 95%: 0,29 – 0,76; P^2 45%), comparado a períodos mais curtos (\leq 12 semanas). Este estudo está de acordo com a meta-análise de Giné-Garriga et al (2014) que apresentaram efeito positivo do exercício físico sobre a variável SPPB (1,87; IC 95%: 1,17 – 2,57; P^2 47%) em idosos frágeis. Devido à característica do treinamento multicomponente em intervir sobre diferentes valências, como marcha, equilíbrio, força e aspectos cardiovascular, espera-se que os componentes do teste SPPB sejam beneficiados após o período de intervenção. Sendo assim, o presente resultado corrobora com a literatura e ainda indica que, períodos maiores de treinamento parecem apresentar um melhor benefício na bateria de testes do SPPB. Baseado neste resultado, é possível sugerir que as adaptações sobre os aspectos funcionais, assim como nos aspectos neuromusculares, possam necessitar de um tempo maior de estímulos com o treinamento.

O presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser mencionadas. As análises realizadas sobre as variáveis de força máxima dos extensores de joelho, velocidade de marcha, e teste de levantar, ir e voltar apresentaram um alto valor de heterogeneidade (i.e. $P^2 > 50\%$). No que diz respeito aos estudos com alta heterogeneidade, quatro estudos na variável força (BINDER ET AL, 2005; ROSENDAHL ET AL, 2006; LUSTOSA ET AL, 2011; LEE ET AL, 2013), dois estudos na variável de velocidade de marcha, (LUSTOSA ET AL, 2011; CAMERON ET AL, 2013), e dois estudos no teste de levantar, ir e voltar (SERRA-REXACH ET AL, 2008; LEE ET AL, 2013) foram diagnosticados como responsáveis por valores de $P^2 > 50\%$. Os possíveis motivos para estes valores altos de heterogeneidade são relacionados a menores tamanhos de efeito, devido ao volume de treino, visto que três estudos não apresentaram dados a respeito do volume de treinamento (LUSTOSA ET AL, 2011; CAMERON ET AL, 2013; LEE ET AL, 2013), e baixo controle das variáveis de intensidade (LUSTOSA ET AL, 2011; CAMERON ET AL, 2013; LEE ET AL, 2013). Uma outra limitação foi referente aos diferentes critérios de inclusão dos sujeitos, como Fried ou baixa capacidade funcional. Futuros estudos devem ter maior precaução nos critérios de inclusão e prescrição de treinamento, incluindo uma definição mais efetiva e o controle da intensidade e volume de treino.

7.CONCLUSÃO

O treinamento multicomponente, vinculado ao treinamento de força, tem se mostrado como uma ferramenta eficiente para melhorar os aspectos físicos relacionados a síndrome de fragilidade. A partir dos nossos resultados pode-se apontar efeitos positivos sobre as variáveis neuromusculares, e funcionais de idosos fisicamente frágeis. Entretanto, deve-se atentar que períodos mais longos de treinamento, e a prescrição do treinamento de força baseada nos percentuais de 1-RM são importantes critérios para o planejamento do treinamento nesta população.

8.REFERÊNCIAS

Abellan van Kan G, Rolland Y, Bergman H, Morley JE, Kritchevsky SB, Vellas B. The I.A.N.A Task Force on frailty assessment of older people in clinical practice. *The journal of nutrition, health & aging*. 2008;12(1):29-37.

Andersen JL. Muscle fibre type adaptation in the elderly human muscle. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2003;13(1):40-7.

Andersen JL. Muscle fibre type adaptation in the elderly human muscle. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2003;13(1):40-7.

Bassey EJ, Fiatarone MA, O'Neill EF, Kelly M, Evans WJ, Lipsitz LA. Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clinical science*. 1992;82(3):321-7.

Bean JF, Kiely DK, Herman S, Leveille SG, Mizer K, Frontera WR, et al. The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2002;50(3):461-7.

Beauchet O, Annweiler C, Dubost V, Allali G, Kressig RW, Bridenbaugh S, et al. Stops walking when talking: a predictor of falls in older adults? *European journal of neurology*. 2009;16(7):786-95.

Binder EF, Yarasheski KE, Steger-May K, Sinacore DR, Brown M, Schechtman KB, et al. Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: results of a randomized, controlled trial. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2005;60(11):1425-31.

Bottinelli R, Canepari M, Pellegrino MA, Reggiani C. Force-velocity properties of human skeletal muscle fibres: myosin heavy chain isoform and temperature dependence. *The Journal of physiology*. 1996;495 (Pt 2):573-86.

Buchman AS, Boyle PA, Wilson RS, Tang Y, Bennett DA. Frailty is associated with incident Alzheimer's disease and cognitive decline in the elderly. *Psychosomatic medicine*. 2007;69(5):483-9.

Buchner DM, Wagner EH. Preventing frail health. *Clinics in geriatric medicine*. 1992;8(1):1-17.

Cadore EL, Casas-Herrero A, Zambom-Ferraresi F, Martinez-Ramirez A, Millor N, Gomez M, et al. Do frailty and cognitive impairment affect dual-task cost during walking in the oldest old institutionalized patients? *Age*. 2015;37(6):124.

Cadore EL, Pinto RS, Bottaro M, Izquierdo M. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging Dis*. 2014;5(3):183-95.

Cadore EL, Rodriguez-Manas L, Sinclair A, Izquierdo M. Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. *Rejuvenation research*. 2013;16(2):105-14.

Cameron ID, Fairhall N, Langron C, Lockwood K, Monaghan N, Aggar C, et al. A multifactorial interdisciplinary intervention reduces frailty in older people: randomized trial. *BMC medicine*. 2013;11:65.

Campbell AJ, Buchner DM. Unstable disability and the fluctuations of frailty. *Age and ageing*. 1997;26(4):315-8.

Chou CH, Hwang CL, Wu YT. Effect of exercise on physical function, daily living activities, and quality of life in the frail older adults: a meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2012;93(2):237-44.

Churchward-Venne TA, Tieland M, Verdijk LB, Leenders M, Dirks ML, de Groot LC, et al. There Are No Nonresponders to Resistance-Type Exercise Training in Older Men and Women. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2015;16(5):400-11.

Clark BC, Fernhall B, Ploutz-Snyder LL. Adaptations in human neuromuscular function following prolonged unweighting: I. Skeletal muscle contractile properties and applied ischemia efficacy. *Journal of applied physiology*. 2006;101(1):256-63.

Clark BC, Manini TM. Sarcopenia \neq dynapenia. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2008;63(8):829-34.

Clark BC, Manini TM, Bolanowski SJ, Ploutz-Snyder LL. Adaptations in human neuromuscular function following prolonged unweighting: II. Neurological properties and motor imagery efficacy. *Journal of applied physiology*. 2006;101(1):264-72.

Clemson L, Fiatarone Singh MA, Bundy A, Cumming RG, Manollaras K, O'Loughlin P, et al. Integration of balance and strength training into daily life activity to reduce rate of falls in older people (the LiFE study): randomised parallel trial. *Bmj*. 2012;345:e4547.

Cristea A, Qaisar R, Edlund PK, Lindblad J, Bengtsson E, Larsson L. Effects of aging and gender on the spatial organization of nuclei in single human skeletal muscle cells. *Aging cell*. 2010;9(5):685-97.

Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and ageing*. 2010;39(4):412-23.

Daniels R, van Rossum E, de Witte L, Kempen GI, van den Heuvel W. Interventions to prevent disability in frail community-dwelling elderly: a systematic review. *BMC health services research*. 2008;8:278.

Delmonico MJ, Harris TB, Visser M, Park SW, Conroy MB, Velasquez-Mieyer P, et al. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *The American journal of clinical nutrition*. 2009;90(6):1579-85.

Doherty TJ. Invited review: Aging and sarcopenia. *Journal of applied physiology*. 2003;95(4):1717-27.

Doherty TJ. Invited review: Aging and sarcopenia. *Journal of applied physiology*. 2003;95(4):1717-27.

Fairhall N, Sherrington C, Lord SR, Kurrle SE, Langron C, Lockwood K, et al. Effect of a multifactorial, interdisciplinary intervention on risk factors for falls and fall rate in frail older people: a randomised controlled trial. *Age and ageing*. 2014;43(5):616-22.

Ferrucci L, Guralnik JM, Studenski S, Fried LP, Cutler GB, Jr., Walston JD, et al. Designing randomized, controlled trials aimed at preventing or delaying functional decline and disability in frail, older persons: a consensus report. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2004;52(4):625-34.

Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, et al. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *The New England journal of medicine*. 1994;330(25):1769-75.

Foldvari M, Clark M, Laviolette LC, Bernstein MA, Kaliton D, Castaneda C, et al. Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2000;55(4):M192-9.

Freiberger E, de Vreede P, Schoene D, Rydwick E, Mueller V, Frandin K, et al. Performance-based physical function in older community-dwelling persons: a systematic review of instruments. *Age and ageing*. 2012;41(6):712-21.

Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2001;56(3):M146-56.

Fried TR, Pollack DM, Tinetti ME. Factors associated with six-month mortality in recipients of community-based long-term care. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1998;46(2):193-7.

Gandevia SC. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological reviews*. 2001;81(4):1725-89.

Garcia-Garcia FJ, Gutierrez Avila G, Alfaro-Acha A, Amor Andres MS, De Los Angeles De La Torre Lanza M, Escribano Aparicio MV, et al. The prevalence of frailty syndrome in an older population from Spain. *The Toledo Study for Healthy Aging. The journal of nutrition, health & aging*. 2011;15(10):852-6.

Gine-Garriga M, Guerra M, Pages E, Manini TM, Jimenez R, Unnithan VB. The effect of functional circuit training on physical frailty in frail older adults: a randomized controlled trial. *Journal of aging and physical activity*. 2010;18(4):401-24.

Gine-Garriga M, Roque-Figuls M, Coll-Planas L, Sitja-Rabert M, Salva A. Physical exercise interventions for improving performance-based measures of physical function in community-dwelling, frail older adults: a systematic review and meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2014;95(4):753-69 e3.

Gudlaugsson J, Gudnason V, Aspelund T, Siggeirsdottir K, Olafsdottir AS, Jonsson PV, Arngrimsson SA, Harris TB, Johannsson E. Effects of a 6-month multimodal training intervention on retention of functional fitness in older adults: a randomized-controlled cross-over design. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2012;10:9:107.

Guralnik JM, Ferrucci L, Pieper CF, Leveille SG, Markides KS, Ostir GV, et al. Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2000;55(4):M221-31.

Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, Salive ME, Wallace RB. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *The New England journal of medicine*. 1995;332(9):556-61.

Guralnik JM, Winograd CH. Physical performance measures in the assessment of older persons. *Aging*. 1994;6(5):303-5.

Hall CD, Schubert MC, Herdman SJ. Prediction of fall risk reduction as measured by dynamic gait index in individuals with unilateral vestibular hypofunction. *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*. 2004;25(5):746-51.

Harridge SD, Kryger A, Stensgaard A. Knee extensor strength, activation, and size in very elderly people following strength training. *Muscle & nerve*. 1999;22(7):831-9.

Hauer K, Pfisterer M, Schuler M, Bartsch P, Oster P. Two years later: a prospective long-term follow-up of a training intervention in geriatric patients with a history of severe falls. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2003;84(10):1426-32.

Hogan DB, MacKnight C, Bergman H, Steering Committee CIOF, Aging. Models, definitions, and criteria of frailty. *Aging clinical and experimental research*. 2003;15(3 Suppl):1-29.

Hortobagyi T, Mizelle C, Beam S, DeVita P. Old adults perform activities of daily living near their maximal capabilities. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2003;58(5):M453-60.

Hughes MA, Myers BS, Schenkman ML. The role of strength in rising from a chair in the functionally impaired elderly. *Journal of biomechanics*. 1996;29(12):1509-13.

Ikezoe T, Tsutou A, Asakawa Y, Tsuboyama T. Low intensity training for frail elderly women: Long-term effects on motor function and mobility. *Journal of Physical Therapy Science*. 2005;17(1):43-49.

Izquierdo M, Casas-Herrero A, Martinez-Velilla N, Alonso-Bouzon C, Rodriguez-Manas L, en representacion del Grupo de I. [An example of cooperation for implementing programs associated with the promotion of exercise in the frail elderly. European Erasmus + <<Vivifrail>> program]. *Revista espanola de geriatria y gerontologia*. 2016.

Izquierdo M, Ibanez J, Gorostiaga E, Garrues M, Zuniga A, Anton A, et al. Maximal strength and power characteristics in isometric and dynamic actions of the upper and lower extremities in middle-aged and older men. *Acta physiologica Scandinavica*. 1999;167(1):57-68.

Jeon MY, Jeong H, Petrofsky J, Lee H, Yim J. Effects of a randomized controlled recurrent fall prevention program on risk factors for falls in frail elderly living at home in rural communities. *Med Sci Monit*. 2014;20:2283-91.

Kamen G, Sullivan R, Rubinstein S, Christie A. Evidence of self-sustained motoneuron firing in young and older adults. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*. 2006;16(1):25-31.

Kido A, Tanaka N, Stein RB. Spinal excitation and inhibition decrease as humans age. *Canadian journal of physiology and pharmacology*. 2004;82(4):238-48.

Kim JN, Shiwaku K. The Effect of Utilization of In-home Services and the Changes in Levels of Care Needs of Frail Persons (2002-2004): Results of a Two-year Follow-up Study. *Journal of rural medicine : JRM / Japanese Association of Rural Medicine*. 2012;7(1):6-14.

Kim HK, Suzuki T, Saito K, Yoshida H, Kobayashi H, Kato H, Katayama M. Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2012;60(1):16-23.

Kim H, Suzuki T, Kim M, Kojima N, Ota N, Shimotoyodome A, Hase T, Hosoi E, Yoshida H. Effects of exercise and milk fat globule membrane (MFGM) supplementation on body composition, physical function, and hematological parameters in community-dwelling frail Japanese women: a randomized double blind, placebo-controlled, follow-up trial. *PLoS One*. 2015;10(2):e0116256.

Lang T, Streeper T, Cawthon P, Baldwin K, Taaffe DR, Harris TB. Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporosis international: a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2010;21(4):543-59.

Latham NK, Anderson CS, Lee A, Bennett DA, Moseley A, Cameron ID, et al. A randomized, controlled trial of quadriceps resistance exercise and vitamin D in frail older people: the Frailty Interventions Trial in Elderly Subjects (FITNESS). *Journal of the American Geriatrics Society*. 2003;51(3):291-9.

Lauretani F, Bandinelli S, Bartali B, Di Iorio A, Giacomini V, Corsi AM, et al. Axonal degeneration affects muscle density in older men and women. *Neurobiology of aging*. 2006;27(8):1145-54.

Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Iorio A, et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *Journal of applied physiology*. 2003;95(5):1851-60.

Lee HC, Chang KC, Tsauo JY, Hung JW, Huang YC, Lin SI, et al. Effects of a multifactorial fall prevention program on fall incidence and physical function in community-dwelling older adults with risk of falls. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2013;94(4):606-15, 15 e1.

Leveille SG, Penninx BW, Melzer D, Izmirlian G, Guralnik JM. Sex differences in the prevalence of mobility disability in old age: the dynamics of incidence, recovery, and mortality. *The journals of gerontology Series B, Psychological sciences and social sciences*. 2000;55(1):S41-50.

Lexell J. Evidence for nervous system degeneration with advancing age. *The Journal of nutrition*. 1997;127(5 Suppl):1011S-3S.

Lexell J, Downham DY, Larsson Y, Bruhn E, Morsing B. Heavy-resistance training in older Scandinavian men and women: short- and long-term effects on arm and leg muscles. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 1995;5(6):329-41.

Liu CJ, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2009(3):CD002759.

Liu CK, Fielding RA. Exercise as an intervention for frailty. *Clinics in geriatric medicine*. 2011;27(1):101-10.

Lustosa LP, Silva JP, Coelho FM, Pereira DS, Parentoni AN, Pereira LS. Impact of resistance exercise program on functional capacity and muscular strength of knee extensor in pre-frail community-dwelling older women: a randomized crossover trial. *Revista brasileira de fisioterapia*. 2011;15(4):318-24.

Maquet D, Lekeu F, Warzee E, Gillain S, Wojtasik V, Salmon E, et al. Gait analysis in elderly adult patients with mild cognitive impairment and patients with mild Alzheimer's disease: simple versus dual task: a preliminary report. *Clinical physiology and functional imaging*. 2010;30(1):51-6.

Markle-Reid M, Browne G. Conceptualizations of frailty in relation to older adults. *Journal of advanced nursing*. 2003;44(1):58-68.

McGough EL, Kelly VE, Logsdon RG, McCurry SM, Cochrane BB, Engel JM, et al. Associations between physical performance and executive function in older adults with mild cognitive impairment: gait speed and the timed "up & go" test. *Physical therapy*. 2011;91(8):1198-207.

Morie M, Reid KF, Miciek R, Lajevardi N, Choong K, Krasnoff JB, et al. Habitual physical activity levels are associated with performance in measures of physical function and mobility in older men. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2010;58(9):1727-33.

Muir SW, Berg K, Chesworth B, Klar N, Speechley M. Application of a fall screening algorithm stratified fall risk but missed preventive opportunities in community-dwelling older adults: a prospective study. *Journal of geriatric physical therapy*. 2010;33(4):165-72.

Newman DH, Zhitomirsky I. The prevalence of nontherapeutic and dangerous international normalized ratios among patients receiving warfarin in the emergency department. *Annals of emergency medicine*. 2006;48(2):182-9, 9 e1.

Ng TP, Feng L, Nyunt MS, Feng L, Niti M, Tan BY, et al. Nutritional, Physical, Cognitive, and Combination Interventions and Frailty Reversal Among Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *The American journal of medicine*. 2015;128(11):1225-36 e1.

Odding E, Valkenburg HA, Algra D, Vandenouweland FA, Grobbee DE, Hofman A. Association of locomotor complaints and disability in the Rotterdam study. *Annals of the rheumatic diseases*. 1995;54(9):721-5.

Oliviero A, Profice P, Tonali PA, Pilato F, Saturno E, Dileone M, et al. Effects of aging on motor cortex excitability. *Neuroscience research*. 2006;55(1):74-7.

Overend TJ, Cunningham DA, Paterson DH, Lefcoe MS. Thigh composition in young and elderly men determined by computed tomography. *Clinical physiology*. 1992;12(6):629-40.

Peri K, Kerse N, Robinson E, Parsons M, Parsons J, Latham N. Does functionally based activity make a difference to health status and mobility? A randomised controlled trial in residential care facilities (The Promoting Independent Living Study; PILS). *Age and ageing*. 2008;37(1):57-63.

Porter MM, Vandervoort AA, Lexell J. Aging of human muscle: structure, function and adaptability. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 1995;5(3):129-42.

Rantanen T, Guralnik JM, Ferrucci L, Leveille S, Fried LP. Coimpairments: strength and balance as predictors of severe walking disability. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 1999;54(4):M172-6.

Reid KF, Pasha E, Doros G, Clark DJ, Patten C, Phillips EM, et al. Longitudinal decline of lower extremity muscle power in healthy and mobility-limited older adults: influence of muscle mass, strength, composition, neuromuscular activation and single fiber contractile properties. *European journal of applied physiology*. 2014;114(1):29-39.

Rockwood K, Mitnitski A. Frailty in relation to the accumulation of deficits. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2007;62(7):722-7.

Rockwood K, Stadnyk K, MacKnight C, McDowell I, Hebert R, Hogan DB. A brief clinical instrument to classify frailty in elderly people. *Lancet*. 1999;353(9148):205-6.

Rodriguez-Manas L, Fearnt C, Mann G, Vina J, Chatterji S, Chodzko-Zajko W, et al. Searching for an operational definition of frailty: a Delphi method based consensus statement: the frailty operative definition-consensus conference project. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2013;68(1):62-7.

Rosenberg IH. Sarcopenia: origins and clinical relevance. *The Journal of nutrition*. 1997;127(5 Suppl):990S-1S.

Rosendahl E, Lindelof N, Littbrand H, Yifter-Lindgren E, Lundin-Olsson L, Haglin L, et al. High-intensity functional exercise program and protein-enriched energy supplement for older persons dependent in activities of daily living: a randomised controlled trial. *The Australian journal of physiotherapy*. 2006;52(2):105-13.

Roubenoff R, Hughes VA. Sarcopenia: current concepts. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2000;55(12):M716-24.

Ruiz JR, Sui X, Lobelo F, Morrow JR, Jr., Jackson AW, Sjostrom M, et al. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *Bmj*. 2008;337:a439.

Samper-Ternent R, Al Snih S, Raji MA, Markides KS, Ottenbacher KJ. Relationship between frailty and cognitive decline in older Mexican Americans. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2008;56(10):1845-52.

Schiaffino S, Reggiani C. Fiber types in mammalian skeletal muscles. *Physiological reviews*. 2011;91(4):1447-531.

Schwenk M, Zieschang T, Oster P, Hauer K. Dual-task performances can be improved in patients with dementia: a randomized controlled trial. *Neurology*. 2010;74(24):1961-8.

Scott BR, Duthie GM, Thornton HR, Dascombe BJ. Training Monitoring for Resistance Exercise: Theory and Applications. *Sports medicine*. 2016;46(5):687-98.

Serra-Rexach JA, Bustamante-Ara N, Hierro Villaran M, Gonzalez Gil P, Sanz Ibanez MJ, Blanco Sanz N, et al. Short-term, light- to moderate-intensity exercise training improves leg muscle strength in the oldest old: a randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2011;59(4):594-602.

Skelton DA, Greig CA, Davies JM, Young A. Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years. *Age and ageing*. 1994;23(5):371-7.

Speechley M, Tinetti M. Falls and injuries in frail and vigorous community elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1991;39(1):46-52.

Suzuki T, Bean JF, Fielding RA. Muscle power of the ankle flexors predicts functional performance in community-dwelling older women. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2001;49(9):1161-7.

Theou O, Stathokostas L, Roland KP, Jakobi JM, Patterson C, Vandervoort AA, et al. The effectiveness of exercise interventions for the management of frailty: a systematic review. *Journal of aging research*. 2011;2011:569194.

Tiggemann CL, Dias CP, Radaelli R, Massa JC, Bortoluzzi R, Schoenell MC, et al. Effect of traditional resistance and power training using rated perceived exertion for enhancement of muscle strength, power, and functional performance. *Age*. 2016;38(2):42.

Tiggemann CL, Korzenowski AL, Brentano MA, Tartaruga MP, Alberton CL, Kruel LF. Perceived exertion in different strength exercise loads in sedentary, active, and trained adults. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 2010;24(8):2032-41.

Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *The New England journal of medicine*. 1988;319(26):1701-7.

Trappe S, Gallagher P, Harber M, Carrithers J, Fluckey J, Trappe T. Single muscle fibre contractile properties in young and old men and women. *The Journal of physiology*. 2003;552(Pt 1):47-58.

Trombetti A, Reid KF, Hars M, Herrmann FR, Pasha E, Phillips EM, et al. Age-associated declines in muscle mass, strength, power, and physical performance: impact on fear of falling and quality of life. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2016;27(2):463-71.

Vandervoort AA. Aging of the human neuromuscular system. *Muscle & nerve*. 2002;25(1):17-25.

Walston J, Fried LP. Frailty and the older man. *The Medical clinics of North America*. 1999;83(5):1173-94.

Winograd CH, Gerety MB, Chung M, Goldstein MK, Dominguez F, Jr., Vallone R. Screening for frailty: criteria and predictors of outcomes. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1991;39(8):778-84.

Wolf SL, Barnhart HX, Kutner NG, McNeely E, Coogler C, Xu T. Reducing frailty and falls in older persons: an investigation of Tai Chi and computerized balance training. Atlanta FICSIT Group. Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1996;44(5):489-97.

Yu F, Hedstrom M, Cristea A, Dalen N, Larsson L. Effects of ageing and gender on contractile properties in human skeletal muscle and single fibres. *Acta physiologica*. 2007;190(3):229-41.

Zech A, Drey M, Freiberger E, Hentschke C, Bauer JM, Sieber CC, et al. Residual effects of muscle strength and muscle power training and detraining on physical function in community-dwelling prefrail older adults: a randomized controlled trial. *BMC geriatrics*. 2012;12:68.