

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUANA DA ROCHA CELLI

EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO NO CONTROLE METABÓLICO DE
PESSOAS COM DIABETES TIPO 1: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-
ANÁLISE

CURITIBA
2021

LUANA DA ROCHA CELLI

EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO NO CONTROLE METABÓLICO DE
PESSOAS COM DIABETES TIPO 1: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM
METANÁLISE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientadora: Profa. Dra. Neiva Leite

Coorientador: Prof. Doutorando Valderi Abreu de Lima

CURITIBA

2021

TERMO DE APROVAÇÃO

LUANA DA ROCHA CELLI

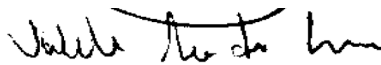
EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO NO CONTROLE METABÓLICO DE PESSOAS COM DIABETES TIPO 1: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.



Profa. Dra. Neiva Leite

Orientadora – Departamento de Educação Física, UFPR



Prof. Msc. Valderi de Abreu de Lima

Coorientador – Departamento de Educação Física, UFPR



Prof(a). Msc. **Patrícia Ribeiro Paes Corazza**

Departamento de Educação Física, UFPR



Prof(a). Msc. **Maiara Cristina Tadiotto**

Departamento de Educação Física, UFPR



Prof. Msc. **Francisco José de Menezes Júnior**

Departamento de Educação Física, UFPR

Curitiba, 23 de Março de 2021

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a minha família por todo o apoio e incentivo durante a graduação e em especial minha mãe Eliane Rocha por ter me ensinado a nunca desistir e por ter acreditado em mim em todos os momentos.

Meus orientadores, Neiva Leite e Valderi Abreu de Lima, por terem concordado em me orientar e acreditado que faríamos dar certo em tão pouco tempo. Sem o auxílio e toda a atenção dedicada a mim isso não seria possível.

Agradeço meus amigos, que tornaram a faculdade mais leve e me mostraram a importância de termos confiança em nós mesmo. Especialmente minhas amigas Georgia Plotz e Lara Mendes, que enfrentaram cada dificuldade ao meu lado e mesmo com tanta coisa acontecendo em suas próprias vidas sempre dedicam um tempo para me ajudar e confortar.

A equipe do Backstage Produções e Danças, que acompanhou toda a minha trajetória na universidade e principalmente minhas eternas amigas e professoras Cassiana Costa e Petra Schuster.

Minha afilhada Antonella, meus avós Leni e José Luiz da Rocha e minha irmã de alma Eduarda Breus, que são luz na minha vida.

Por fim, agradeço a Deus pela oportunidade de chegar até aqui e por ter me dado forças ao longo desse caminho.

“Conhecimento não é aquilo que você sabe, mas aquilo que você faz com o
que você sabe.”
(ALDOUS HUXLEY)

RESUMO

O *diabetes mellitus* (DM) é uma doença caracterizada por hiperglicemia crônica devido a deficiências no metabolismo de carboidratos. No DM tipo 1 (DM1) há distúrbios na produção de insulina, que exigem sua administração exógena para manutenção do metabolismo. O treinamento resistido vem demonstrado potencial no melhor controle glicêmico, de forma a contribuir para restauração da homeostasia do organismo nesses pacientes, prevenindo complicações. Observou-se escasso número estudos e resultados contraditórias nesse sentido, portanto o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sistemática de literatura com meta-análise no efeito do treinamento resistido no controle metabólico de pacientes com DM1. Foram utilizados os descritores “Type 1 Diabetes” OR “type 1 diabetics” AND “exercise” OR “resistance training” OR “strength training” OR “weight training” nas plataformas MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System online), PubMed, Web of Science, Scopus, ScienceDirect, LILACS (Latin American and Caribbean Center for Science Information of Health) e Scielo. Foram selecionados artigos originais, ensaios clínicos randomizados e não randomizados que visavam verificar respostas crônicas, por meio das concentrações da hemoglobina glicada (HbA1c), de um programa estruturado de exercício resistido na glicemia de pacientes com DM1. Cinco estudos foram incluídos na pesquisa e a qualidade metodológica deles foi analisada pelo protocolo de PEDro adaptado. Foi observada redução na HbA1c (SMD= $-0,568 \pm 0,165$ [95%IC= $-0,891$ a $-0,246$]; $p=0,001$; $I^2=82\%$) em pacientes submetidos ao treinamento resistido, quando comparados aos grupos controles (SMD= $1,006 \pm 0,181$ [95%IC= $0,653$ a $1,360$]; $p<0,001$). Dois estudos, que foram realizados com crianças e adolescentes e com intervenções mais longas, demonstraram redução significativa na HbA1c, aumento da força e melhora no perfil lipídico, sugerindo influência dessas variáveis. No entanto, trata-se de um tema que ainda deve ser explorado na literatura e estudos futuros devem procurar maior controle das variáveis envolvidas, bem como realizar comparações com outros tipos de exercício, de forma a proporcionar melhor controle glicêmico em indivíduos com DM1.

Palavras-chave: Diabetes tipo 1; Exercício; Treinamento resistido.

ABSTRACT

Diabetes mellitus (DM) is a disease characterized by chronic hyperglycemia due to deficiencies in carbohydrate metabolism. In type 1 DM (DM1) there are disturbances in the production of insulin, which require its exogenous administration to maintain metabolism. Resistance training has been shown to have the potential for better glycemic control, in order to contribute to the restoration of the organism's homeostasis in these patients, preventing complications. There are few studies and contradictory results in this regard, so the goal of this study was to carry out a systematic review of the literature with meta-analysis on the effect of resistance training on the metabolic control of patients with DM1. The descriptors "Type 1 Diabetes" OR "type 1 diabetics" AND "exercise" OR "resistance training" OR "strength training" OR "weight training" were searched on MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System online), PubMed, Web of Science, Scopus, ScienceDirect, LILACS (Latin American and Caribbean Center for Science Information of Health) and Scielo. Original articles were selected, randomized and non-randomized clinical trials that aimed to verify chronic responses, through the concentrations of glycated hemoglobin (HbA1c), from a structured program of resistance exercise in the glycemia of patients with DM1. Five studies were included in the research and their methodological quality was analyzed using the adapted PEDro protocol. A reduction in HbA1c was observed (SMD = -0.568 ± 0.165 [95% CI = -0.891 to -0.246]; $p = 0.001$; $I^2 = 82\%$) in patients undergoing resistance training, when compared to control groups (SMD = 1.006 ± 0.181 [95% CI = 0.653 to 1.360]; $p < 0.001$). Two studies, which were carried out with children and adolescents and with longer interventions, demonstrated a significant reduction in HbA1c, increased strength and improved lipid profile, suggesting the influence of these variables. However, this is a topic that has yet to be explored in the literature and future studies should seek greater control of the variables involved, as well as comparisons with other types of exercise, in order to provide better glycemic control in individuals with DM1

Keywords: Type 1 diabetes; Exercise; Resistance training.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVOS	10
1.1.1 Objetivo geral	10
1.1.2 Objetivos específicos	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 DIABETES TIPO 1 E TIPO 2	11
2.2 PREVALÊNCIA DO DIABETES TIPO 1	12
2.3 FISIOPATOLOGIA DO DIABETES TIPO 1	12
2.4 TRATAMENTO DO DIABETES TIPO 1	13
2.5 EXERCÍCIOS E DIABETES TIPO 1	15
2.6 EXERCÍCIO RESISTIDO E DIABETES TIPO 1	17
3 METODOLOGIA	19
3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA	19
3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	19
3.3 ANÁLISE DA QUALIDADE DOS ARTIGOS	20
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	20
3.5 META-ANÁLISE	20
4 RESULTADOS	21
5 DISCUSSÃO	27
6 CONCLUSÃO	31
ANEXO 1 – ESCALA DE PEDRO	39

1 INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus (DM) é uma doença crônica na qual há distúrbios no metabolismo de carboidratos, devido a deficiência da produção e secreção pancreática de insulina (DM1) ou de sua ação periférica (DM2), o que causa hiperglicemia (WHO, 2006). A prevalência do DM tem aumentado em todo mundo, inclusive no Brasil, principalmente nos casos de DM2, em função dos hábitos de vida inadequados das últimas décadas (IDF, 2018). Além do uso de medicações específicas para cada caso (DM1 ou DM2), a terapêutica de controle da hiperglicemia envolve a prescrição de exercícios físicos, principalmente os aeróbicos (ACSM, 1998). Porém, a manutenção e o aumento da massa muscular têm sido propostos para auxiliar no controle metabólico, visto ser a área muscular o local de melhor utilização dos substratos energéticos excedentes e da utilização da insulina (PAULI *et al*, 2009). Com o aumento da massa muscular, conseqüentemente ocorre maior captação da glicose e menor necessidade de insulina exógena (ZABAGLIA *et al*, 2009).

O controle da hiperglicemia causada pela doença é muito importante, pois quando mal controlada, em longo prazo gera complicações macrovasculares (cardiopatias isquêmicas, doença arterial periférica e acidente vascular cerebral) e microvasculares (retinopatia, neuropatia e nefropatia), o que afeta a qualidade de vida das pessoas com DM (NAGPAL; BHARTIA, 2008 citado por MALTA *et al*, 2019) e provoca custos individuais e coletivos para os sistemas de saúde (MALTA *et al*, 2018).

Para controlar a glicemia nos diabéticos é recomendado a associação de hábitos de vida saudáveis, com alimentação balanceada e atividade física regular, sendo que o DM1 exige administração de insulina exógena e monitoramento regular de glicose sanguínea (IDF, 2019). O exercício físico, considerado como movimentos corporais estruturados e planejados (RAMALHO; SOARES, 2008), é utilizado como estratégia de gestão e tratamento do DM1 (MARÇAL *et al*, 2018). Durante o exercício, as contrações musculares são capazes de aumentar a permeabilidade da membrana celular, em um efeito semelhante ao da insulina, levando a maior sensibilidade à insulina exógena (DANILO; MATTOS; HIGINO, 2006). Quanto ao treinamento resistido, em especial, espera-se que o aumento de força e posterior

aumento de massa muscular potencializem os mecanismos de captação de glicose independentes de insulina.

Diversos estudos têm demonstrado resultados positivos de um programa de exercícios para controle da glicemia em indivíduos com DM1. No entanto, a maioria dos estudos analisa o efeito do exercício aeróbico e demonstram resultados favoráveis sobre o gerenciamento agudo de diversas variáveis clínicas, porém ainda não evidenciaram efeito metabólico nos exames de hemoglobina glicada (HbA1c).

O exercício resistido, além de ainda ser menos pesquisado apresenta respostas contraditórias quanto ao efeito no controle metabólico de HbA1c e outras variáveis clínicas (MARÇAL *et al*, 2018; RAMALHO *et al*, 2006). Desse modo, há carência de informações acerca do exercício resistido no controle da glicemia de forma aguda e crônica, revelando uma lacuna na literatura. A partir disso, o presente estudo visa realizar uma revisão sistemática da literatura para investigar os efeitos do treinamento resistido no controle metabólico de pessoas com DM1.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Realizar uma revisão sistemática da literatura para analisar o efeito do exercício resistido no controle metabólico da diabetes mellitus tipo 1 (DM1).

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar o tempo de intervenção e efeitos no controle glicêmico de pessoas com DM1.
- Verificar a relação força muscular e controle metabólico de pessoas com DM1.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura deste trabalho visa explicar de que forma o exercício resistido tem mostrado efeito sobre o controle metabólico de indivíduos com DM1. Para atingir esse objetivo, subtópicos contendo informações sobre a prevalência, fisiopatologia e tratamento da doença foram apresentados. Também foram apresentados os efeitos do exercício em geral no organismo dos pacientes, porém com foco principalmente no exercício aeróbico, por ser o com maior número de evidências científicas até o momento.

2.1 DIABETES TIPO 1 E TIPO 2

Segundo a *International Diabetes Federation* (2019) estima-se que no mundo 463 milhões de adultos entre 20 e 79 tenham diabetes, sendo que até 2045 esse número deve chegar a 700.2 milhões. No Brasil, atualmente, 6.1 milhões de pessoas possuem o DM, e espera-se que esse valor chegue a 14.9 milhões em 2045.

No DM ocorrem diversos distúrbios metabólicos que possuem diferentes causas. A doença é caracterizada pela hiperglicemia crônica e alterações no metabolismo de carboidratos, gorduras e proteínas relacionadas à ação e presença de insulina (ANGELIS *et al*, 2005). A classificação etiológica da doença é diversa, mas os dois tipos mais comuns são o DM1 e DM2, suas principais diferenças estão na capacidade de secreção de insulina, em sua utilização periférica e na população atingida (ZABAGLIA *et al*, 2009).

O hormônio responsável pela entrada de glicose sanguínea nas células é a insulina, e, ambos os tipos, têm deficiência de ação relacionada a ele. No DM1, a produção de insulina pelo pâncreas é comprometida, assim ela não está presente no organismo, ou está em quantidades insuficientes, o que obrigatoriamente implica na administração exógena do hormônio. No DM2, a insulina é produzida, porém há resistência na resposta celular periférica ao hormônio (IDF, 2019).

Ao passo que no DM1 o diagnóstico comumente ocorre na infância ou adolescência, no DM2 o diagnóstico é tardio, possui diversos fatores de risco (idade, sedentarismo, obesidade, tabagismo, histórico familiar, hipertensão arterial,

dislipidemia, diagnóstico prévio de pré-diabetes ou diabetes gestacional) e ocorrem geralmente após os 40 anos (SBD, 2019). Cerca de 90% da população diabética se encaixa no DM2 e o seu desenvolvimento está relacionado à resistência à insulina causada pela obesidade visceral (ZABAGLIA *et al*, 2009).

Na hipótese de Ganong e Cosendey (2000 citado por ZABAGLIA *et al*, 2009) a resistência a insulina gera elevação de glicose plasmática, o que estimula a produção de insulina pelas células beta do pâncreas até o esgotamento de suas reservas. Isso faz com que alguns pacientes com DM2 necessitem de tratamento medicamentoso ou de administração de insulina exógena, sendo este último tratamento principalmente em fase mais avançada da doença (SBD, 2019)

Devido à relação da obesidade com a resistência à insulina, o impacto do exercício físico no controle do DM2 é mais evidente, no entanto diversos estudos também vêm demonstrado respostas positivas no controle metabólico de pacientes com DM1 (RAMALHO; SOARES, 2008).

2.2 PREVALÊNCIA DO DIABETES TIPO 1

O DM1 representa de 5 a 10% dos casos de diabetes (ADA, 2014) e é comumente diagnosticado em crianças e adolescentes, devido a manifestações iniciais características (MARÇAL *et al*, 2018). Mundialmente, a incidência do DM1 é representada por 100,000 indivíduos com menos de 15 anos por ano e os resultados mostram alta variação geográfica. No Brasil a incidência é considerada intermediária, com valor de 7,6 por ano (KARVONEN, M *et al* 2000).

2.3 FISIOPATOLOGIA DO DIABETES TIPO 1

Conhecida pela insulino dependência o DM1 pode ser classificado em autoimune ou idiopático (ADA, 2014), sendo que o autoimune é resultado de um processo no qual as células beta-pancreáticas são especificamente atacadas pelos linfócitos (HOMMAN; EISENBARTH, 2006 apud DIB; TSCHIEDEL; NERY, 2008). As células beta-pancreáticas são responsáveis pela produção de insulina endógena,

assim quando são destruídas pouca ou nenhuma insulina se encontra disponível no organismo.

Em relação ao DM1 autoimune, ainda é pouco conhecido os fatores que levam ao desenvolvimento da doença, estudos indicam que isso pode ocorrer devido a fatores genéticos associados ou não a influências ambientais como infecções virais, dieta ou exposição a toxinas (IDF, 2019; DIB; TSCHIEDEL; NERY, 2008). Enquanto que na sua forma idiopática, a etiologia é desconhecida e, embora haja deficiência de insulina não existe qualquer tipo de processo autoimune relacionado (ADA, 2014).

Conforme o sintetizado por Dimitradis (2011) a secreção de insulina é essencial para o metabolismo de carboidratos, pois estimula a glicogênese no tecido muscular, ao aumentar a expressão de transportadores de glicose (GLUT 4) na membrana celular. Também estimula a glicólise no tecido muscular e adiposo e inibe a glicogenólise e a gliconeogênese no fígado. Quando a glicemia aumenta, por exemplo no estado pós prandial, a secreção de insulina, em pessoas saudáveis, também aumenta, o que promove todos esses processos.

Na ausência da insulina, como ocorre no DM1, a glicose permanece na corrente sanguínea, gerando a hiperglicemia característica da doença e os seus sintomas típicos: polidipsia (sede excessiva), fadiga, visão borrada, aumento do apetite, perda de peso e poliúria (aumento da frequência urinária) (IDF, 2019).

2.4 TRATAMENTO DO DIABETES TIPO 1

Não existe cura para o DM1, assim o tratamento busca aproximar-se da homeostase metabólica de um organismo saudável, visando garantir um desenvolvimento normal dos pacientes jovens e a prevenção das complicações decorrentes da doença (DIB; TSCHIEDEL; NERY, 2008).

As complicações agudas relacionadas às alterações metabólicas que podem ser destacadas são a hipoglicemia e a cetoacidose diabética. A hipoglicemia se caracteriza por uma glicemia plasmática menor do que 70 mg/dL e, em situações extremas, pode levar a perda de consciência e convulsões. Deve-se destacar que crianças e adolescentes sofrem mudanças na sensibilidade à insulina relacionada à

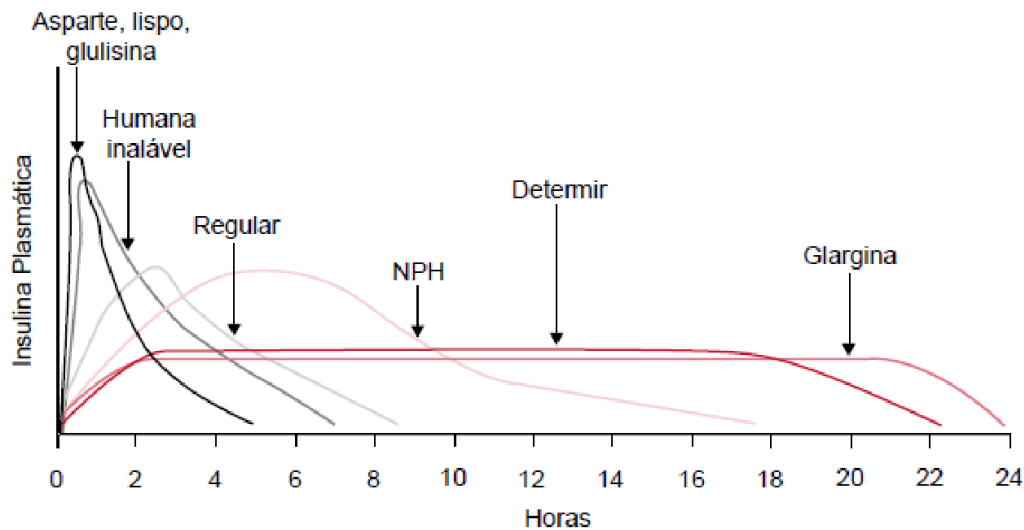
maturidade sexual e ao crescimento físico, o que exige atenção especial (SBD, 2019).

A cetoacidose diabética está relacionada à hiperglicemia (glicemia plasmática maior do que 240 mg/dL), acidose metabólica, desidratação e cetose e tem como consequência as manifestações comuns da doença (BARONE et al, 2007). No caso de hiperglicemia prolongada, surgem as complicações crônicas, que podem ser divididas em complicações em macrovasculares (resultado da aterosclerose), tal qual a doença arterial coronariana, o acidente vascular cerebral, a doença arterial periférica, entre outras e as microvasculares, como neuropatia, nefropatia e retinopatia (FOWLER, 2008; IDF, 2019).

O controle da glicemia plasmática é necessário para observação das descompensações do DM, bem como prevenção de episódios agudos decorrentes delas. A longo prazo, no entanto, a melhor variável para controle glicêmico é a HbA1c, pois esta reflete a glicemia média do paciente nos últimos 3 meses. A HbA1c menor do que 5,7% é considerada normal, de 5,7 a 6,4% se considera uma pré-diabetes e quando é maior do que 6,4% é feito o diagnóstico. Considera-se um bom controle da variável em pessoas com DM, quando ela é menor do que 7% (IDF, 2019).

A insulina exógena administrada é classificada conforme suas características farmacológicas. Quanto ao tempo de ação, as soluções são classificadas como análogos de ação ultrarrápida, prolongada e bifásica e dependem da via de aplicação e velocidade de absorção (SBD, 2014). Recentemente vêm surgindo métodos automatizados de administração de insulina, revolucionando o tratamento da doença (DIB; TSCHIEDEL; NERY, 2008).

FIGURA 1 – TIPOS DE INSULINA E TIPOS DE AÇÃO



Fonte: Pires; Chacra, 2008

As recomendações de administração da insulina são complexas, exigem adaptações nutricionais e seguem diversas recomendações específicas (SBD, 2014), sendo que o principal objetivo é atingir as concentrações mais próximas o possível do perfil fisiológico do hormônio. Portanto, para atingir o equilíbrio necessário entre os medicamentos administrados, o exercício e a alimentação, o ideal é a atuação de uma equipe multidisciplinar.

2.5 EXERCÍCIOS E DIABETES TIPO 1

Exercícios físicos regulares e nutrição correspondente são associados a melhorias significativas em pacientes com DM1 (MARÇAL *et al*, 2018). Alguns benefícios destacados são melhora na função da insulina, melhor absorção endotelial, maior condicionamento cardiorrespiratório, melhora nas concentrações de HbA1c, benefício sobre o índice da massa corporal (IMC) e na saúde vascular (TONOLI *et al*, 2012).

Pauli *et al* (2009) descrevem que existem diversos mecanismos capazes de aumentar a captação de glicose no músculo esquelético, a via da enzima AMPK se destaca como um dos principais independentes de insulina. Nessa, um estado de baixa energia estimula a atividade da AMPK, ela é fosforilada, ativando a via de oxidação de ácidos graxos e desativando vias anabólicas que consomem ATP, e

assim promove aumento de energia. Durante o exercício essa via está ativa e para funcionar ocorre a translocação de vesículas com GLUT 4, de forma semelhante a quando existe insulina presente.

Essa translocação do GLUT 4 também ocorre por outras vias de sinalização, como na presença de cálcio intracelular, na síntese de óxido nítrico, ou quando há alta atividade da enzima óxido nítrico sintase, o que aumenta a permeabilidade da membrana celular, pois o GLUT 4 é um grande transportador de glicose (PAULI *et al*, 2009; TURCI, 2007 apud SILVA, 2011).

Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes (2019), os mecanismos independentes de insulina aumentam a captação da glicose por até 2h após o exercício prolongado e os dependentes em até 48h, assim ocorre o risco de hipoglicemia. Para que isso seja evitado, recomenda-se o monitoramento contínuo da glicemia, tanto antes, quanto depois do treino e uma série de condutas conforme o demonstrado na Tabela 1.

TABELA 1 – SUGESTÕES DE CONDUTA CONFORME A GLICEMIA PRÉ EXERCÍCIO

Glicemia pré-exercício	Conduta
< 90 mg/dL	Ingerir 15-30 g de carboidratos de ação rápida antes do início do exercício, dependendo da atividade individual e pretendida; algumas atividades de curta duração (30 minutos) ou de intensidade muito alta (treinamento com pesos, treinamento em intervalos etc.) podem não exigir qualquer ingestão adicional de carboidratos. Para atividades prolongadas com intensidade moderada, consumir carboidratos adicionais, conforme necessário (0,5-1,0 g/kg de massa corporal por hora de exercício), com base nos resultados dos testes de glicose no sangue.
90-150 mg/dL	Consumir carboidratos a partir do início do exercício (0,5-1,0 g/kg de massa corporal por hora de exercício), dependendo do tipo de exercício e da quantidade de insulina.
150-250 mg/dL	Iniciar o exercício e atrasar o consumo de carboidratos até que os níveis de glicose no sangue sejam < 150 mg/dL
250-350 mg/dL	Testar cetonas e não realizar nenhum exercício se estiverem presentes em quantidades moderadas a grandes. Iniciar exercício de intensidade leve a moderada. O exercício intenso deve ser adiado até que os níveis de glicose sejam < 250 mg/dL, pois o exercício intenso pode exacerbar a hiperglicemia.
≥ 350 mg/dL	Testar cetonas e não realizar nenhum exercício se estiverem presentes em quantidades moderadas a grandes. Se as cetonas são negativas (ou traços), considerar a correção conservadora da insulina (por exemplo, correção de 50%) antes do exercício, dependendo do <i>status</i> de insulina ativa. Iniciar exercício leve a moderado e evitar exercícios intensos até diminuir os níveis de glicose.

FONTE: Sociedade Brasileira de Diabetes (2019)

As consequências agudas e crônicas sobre os efeitos do exercício vêm sendo investigadas. Segundo Yardley *et al* (2012), outros estudos observaram prevenção da hipoglicemia em até 2 horas após exercícios de *sprint* que tem o metabolismo anaeróbico como predominante em pacientes com DM 1. Por outro lado, crises de hipoglicemia podem ocorrer durante a noite, especialmente em indivíduos mais

jovens, ou que praticam atividade física de alta intensidade (CAPBELL *et al*, 2013 apud MARÇAL *et al*, 2018).

Sobre as respostas crônicas, no estudo de Kriska *et al* (1991), realizado com 628 pacientes com DM1, foi observado menor número de complicações em homens que realizavam atividades físicas regularmente no tempo de lazer. Na revisão sistemática de Kavookjian *et al* (2007) não foi encontrada diminuição consistente na HbA1c de pacientes com DM1 submetidos a programas de exercício aeróbico.

Angelis *et al* (2007) expõe alguns benefícios no controle metabólico quando o exercício é realizado de forma regular e prolongada, como melhora de ação da insulina, melhora cardiovascular e no perfil lipídico, mas destaca que os resultados sobre o controle da glicemia são controversos.

2.6 EXERCÍCIO RESISTIDO E DIABETES TIPO 1

À medida que o aumento do sedentarismo e das comorbidades em populações idosas se tornou um problema de saúde pública, mais recentemente, o exercício resistido ganhou espaço nas pesquisas. Existe a comprovação que esse tipo de exercício traz benefícios para reversão de perda de massa muscular, reduz a gordura corporal, melhora o perfil lipídico, a saúde cardiovascular e vascular, reduz a pressão arterial, aumenta a funcionalidade, melhora a densidade óssea e aumenta resistência contra o desenvolvimento de DM2 (WESTCOTT, 2012).

Para Zabaglia *et al* (2009) o aumento da gordura corporal é preocupante para pacientes diabéticos insulino-dependentes, uma vez que podem aumentar a necessidade de insulina exógena e piorar o controle metabólico. Também contribui para o desenvolvimento da Síndrome Metabólica. Considerando a redução da gordura corporal promovida pelo treinamento resistido e o aumento da prevalência de obesidade em crianças e adolescentes diabéticos, esse tipo de exercício se mostra benéfico para essa população.

O exercício resistido é considerado um treinamento no qual o músculo gerador de força é progressivamente mais estimulado pela carga, que gera uma resistência pelo *American College of Sports Medicine* (ACSM, 1998). Além disso,

suspeita-se que o aumento de massa muscular é capaz de auxiliar o controle metabólico, pois o músculo esquelético possui diversos mecanismos de utilização de substratos energéticos, especialmente a glicose (PAULI *et al*, 2009).

Recomenda-se que o treinamento de força aconteça duas a três vezes por semana em dias não consecutivos, utilizando de 8 a 10 grandes grupos musculares, com séries de 10 a 15 repetições perto da fadiga, além de 150 minutos de exercícios aeróbicos por semana (ACSM, 1998 apud SILVA, 2011; SBD, 2019).

Estudos realizados com ratos diabéticos demonstraram redução da glicemia associada ao ganho de massa muscular (FARREL *et al*, 1999 citado por ANGELIS *et al*, 2005). Quanto ao controle metabólico em pessoas com DM1, quando comparado ao exercício aeróbico, o exercício resistido demonstrou menor resposta inicial na glicemia durante o exercício. Porém no pós-exercício, esse se mostrou mais eficiente, o que explica as melhorias na HbA1c que vêm sendo relatadas em resposta ao exercício resistido, mas não ao exercício aeróbico (YARDLEY *et al*, 2013).

Também vem sendo investigado o efeito do treinamento misto. No estudo de Yardley *et al* (2012) foi investigada a resposta de 12 pacientes não sedentários com diabetes tipo 1 ao treinamento misto. Um grupo realizou 45 minutos de exercício aeróbico (60% VO₂ máx) antes do treinamento resistido e outro realizou após. Concluiu-se que aqueles que o grupo que começou pelo treinamento resistido teve menor risco de desenvolver crises hipoglicemia tardia, ou crises com menor intensidade e duração.

Por fim deve-se salientar, que, apesar dos achados, ainda não existe consenso na literatura sobre o efeito do treinamento resistido no controle da glicemia em pessoas com DM1.

3 METODOLOGIA

Este trabalho foi conduzido na forma de uma revisão sistemática de literatura com metanálise que busca analisar o efeito do exercício resistido no controle do diabetes tipo 1, examinar os efeitos do tempo de intervenção no controle glicêmico e verificar a relação força muscular e controle metabólico. O registro no PROSPERO consta sob o número CRD42020170439.

3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Foram utilizados os seguintes descritores em inglês indexados do Medical Subject Headings (MeSH): “Type 1 Diabetes” OR “type 1 diabetics” AND “exercise” OR “resistance training” OR “strength training” OR “weight training” nas plataformas MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System online), PubMed, Web of Science, Scopus, ScienceDirect, LILACS (Latin American and Caribbean Center for Science Information of Health) e Scielo.

Os títulos e resumos de todos os artigos publicados nos últimos dez anos foram analisados e aqueles que se enquadram nos critérios de inclusão foram selecionados. No caso de uma quantidade não suficiente de informação ser fornecida pelo resumo, a leitura do estudo completo foi realizada. Ademais, observou-se a lista de referência dos estudos e aqueles condizentes com os critérios foram incluídos.

3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram incluídos estudos originais, ensaios clínicos randomizados e não randomizados que visavam verificar respostas crônicas de um programa estruturado de exercício resistido na glicemia de pacientes com diabetes mellitus tipo 1.

Em relação aos critérios de exclusão, foram excluídos os estudos de revisão, estudos com animais, estudos de caso, cartas ao editor, resumos publicados em congressos, que utilizaram outros tipos de exercícios, que não apresentassem resultados do controle metabólico pós intervenção (HbA1c).

3.3 ANÁLISE DA QUALIDADE DOS ARTIGOS

A qualidade metodológica dos estudos foi avaliada por meio de instrumento adaptado da escala PEDro para estudos com ensaios clínicos randomizados (RCTS) (11). O protocolo foi composto por 8 critérios que foram julgados importantes pelo autor como demonstrado na TABELA 3.. Para cada critério contemplado foi atribuído o valor 1, enquanto para os critérios não atendidos foi atribuído o valor 0. De acordo com o total das pontuações, os estudos com pontuações: <5, 6, e >7 foram classificados como alto, moderado e baixo risco de viés, respectivamente.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada uma comparação dos grupos com e sem intervenção (controle, sem exercício) de cada estudo, tendo como desfecho principal o controle da glicemia dos pacientes. As medidas de efeito utilizadas são a média e desvio padrão avaliada no pré e pós intervenção. As informações coletadas do estudo se dividiram entre características da amostra (total de participantes, idade e sexo), protocolo de treinamento resistido (frequência, volume, exercício e intensidade) e controle metabólico (controle glicêmico avaliado por HbA1c). Os dados foram analisados por dois revisores de forma independente.

3.5 META-ANÁLISE

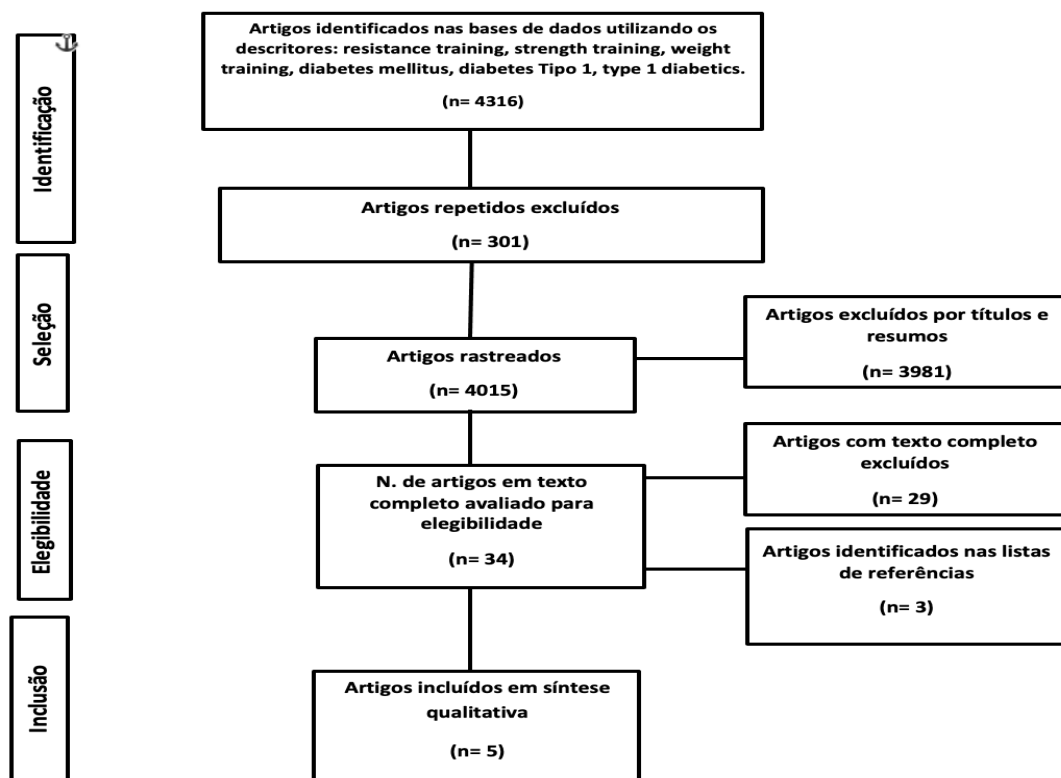
Para a meta-análise foi usado o software Comprehensive Meta-Analysis (v.2.2.064). O tamanho do efeito das intervenções foi obtido pela diferença entre o período pré e pós-intervenção para estudos de intervenção e somente valores de *baseline* em estudos comparativos. Em seguida foi calculado a diferença média padronizada (SMD) e erro padrão (SE) ajustado para todos os grupos. Foi considerado o nível de significância de $p < 0,05$ e um intervalo de confiança de 95% (IC). Além disso, a análise de heterogeneidade entre os estudos será obtida pelo teste I^2 , no qual I^2 de <25%, 25-50% e >50% foram considerados pequenas, médias e grandes inconsistências, respectivamente (HIGGINS; THOMPSON, 2002).

O viés de publicação foi conduzido a partir do gráfico de funil e do teste de Egger (EGGER et al., 1997). A análise de sensibilidade foi realizada removendo um estudo por análise.

4 RESULTADOS

A FIGURA 2 demonstra como foi realizada a seleção dos artigos, inicialmente foram encontrados 4316 a partir dos descritores indexados, depois foram excluídos 301, restando 4015 para análise. Após a leitura dos títulos, sobraram 380 para leitura dos resumos, dos quais 34 foram selecionados, assim totalizando 3981 artigos excluídos. Os selecionados foram lidos na íntegra, 29 foram excluídos e 3 artigos foram identificados para leitura nas listas de referências, ao final 5 artigos se encaixaram nos critérios de inclusão e não se atendiam a nenhum critério de exclusão, assim sendo elegível para a revisão.

FIGURA 2 – DIAGRAMA DE FLUXO PRISMA



FONTE: O autor (2021)

Quanto a características dos artigos elegíveis para a pesquisa, pode-se notar uma tendência a amostras pequenas, com exceção de um estudo, que teve 75 participantes. As médias de idade e a periodização de cada estudo também foi variada e o tempo da intervenção foi de 12 a 32 semanas. Estes dados e os principais resultados podem ser observados na tabela abaixo (TABELA 2).

TABELA 2: CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS, AMOSTRA, TREINO, TEMPO DE INTERVENÇÃO (SEMANAS) E PRINCIPAIS RESULTADOS.

Autores (ano)	Amostra (n)	Idade	Periodização	Tempo	Principais resultados
Wróbel <i>et al</i>, 2018	11	35 ± 6	5 exercícios, 5 sets, 10 a 15 repetições, 50% 1RM (2min intervalo)	12	Tendência de ascendência no VO2máx, sem alteração da Fcmáx, o que pode sugerir benefício no sistema cardiorrespiratório. Tendência de diminuição na HbA1c no grupo 1 sem diferença estatística significativa.
Petschnig <i>et al</i>, 2020	11	11 ± 0.8	Início com 30% 1RM, intensidade controlada e alterada a cada 15 dias. Circuito de 20-40 min de treinamento, 8 estações, 180s de descanso. Cada exercício durou 25-40 s, com 40 a 30s de descanso.	32	Aumento na força de membros superiores e inferiores. Redução significativa na HbA1c após 32 semanas. Redução na glicemia pós sessões de treinamento e aumento na adiponectina.
Salem <i>et al</i>, 2010	75	14.7 ± 2.2	1 x 10 repetições x 50% 10RM + 10 repetições x 75% 10RM + 10 repetições x 100% 10RM (2min de intervalo)	24	Melhora significativa no HbA1c., Diminuição da necessidade de insulina, redução no IMC e circunferência de cintura. Concentrações elevadas de HbA1c associados a maior LDL, colesterol e TGD. Sem alteração nos episódios de hipoglicemia, nem em PA, apenas na diastólica.

Toghi-Eshghi; Yardley, 2019	12	31.3 ± 8.9	7 exercícios, 3 set, 8 repetições, 100 % 8RM (90s descanso)	12	A glicemia aumentou com o exercício em jejum e diminuiu à tarde. Após 60 minutos a glicemia do exercício em jejum foi significativamente maior do que o vespertino. Maior variabilidade na glicose sanguínea após o exercício realizado em jejum. Tendência de aumento da HbA1c.
Ramalho <i>et al</i>, 2006	6	19.8 ± 5.1	8 exercícios, 3 sets, 8-12 repetições, 60-80% 1RM (60 s intervalo)	12	Não houve alteração nos parâmetros avaliados, apenas redução da dosagem de insulina pós exercícios.

FONTE: O autor (2021)

Quanto à qualidade metodológica dos artigos, eles foram avaliados por meio de protocolo de avaliação elaborado para este estudo adaptado da Escala de PEDro (VERHAGEM *et al*, 1999).

TABELA 3 – QUALIDADE METODOLÓGICA DOS ESTUDOS SELECIONADOS

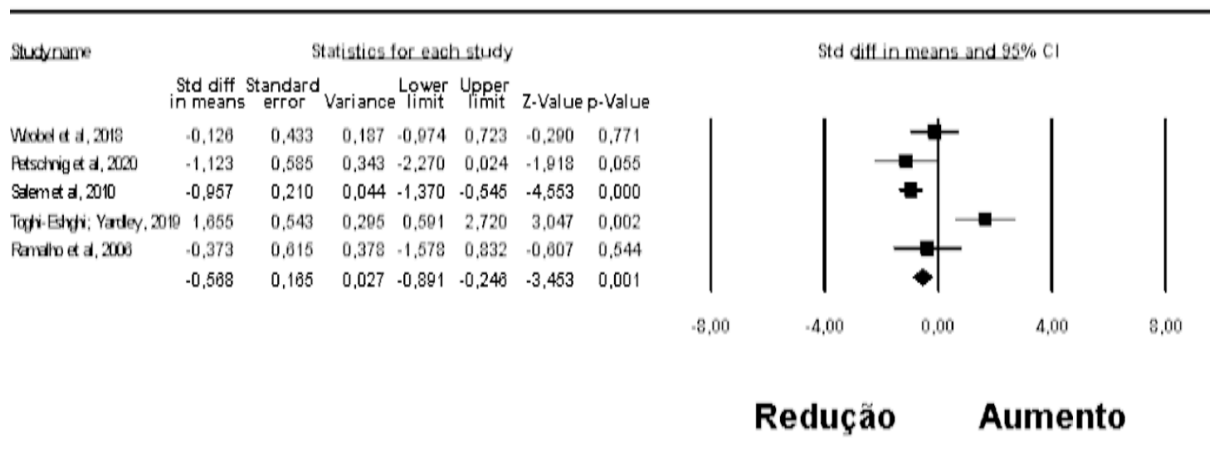
Autor/critério	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Wróbel <i>et al</i>, 2018	1	1	0	1	1	1	1	1	7
Petschnig <i>et al</i>, 2020	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Salem <i>et al</i>, 2010	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Toghi-Eshghi; Yardley, 2019	1	1	0	1	1	1	1	1	7
Ramalho <i>et al</i>, 2006	1	1	0	1	1	1	1	1	7

Crítérios: 1. Os critérios de elegibilidade foram especificados; 2. Os sujeitos foram aleatoriamente distribuídos por grupos (num estudo cruzado, os sujeitos foram colocados em grupos de forma aleatória de acordo com o tratamento recebido); 3. Possui grupo controle; 4. Inicialmente, os grupos eram semelhantes no que diz respeito aos indicadores de prognóstico mais importantes; 5. A amostra distribuída nos grupos de acordo com as características era homogênea; 6. A metodologia de intervenção é descrita claramente; 7. Os resultados das comparações estatísticas inter-grupos foram descritos para pelo menos um resultado-chave; 8. Todos os sujeitos a partir dos quais se apresentaram mensurações de resultados receberam o tratamento ou a condição de controle conforme a alocação ou, quando não foi esse o caso, fez-se a análise dos dados para pelo menos um dos resultados-chave por “intenção de tratamento”

FONTE: O Autor (2021)

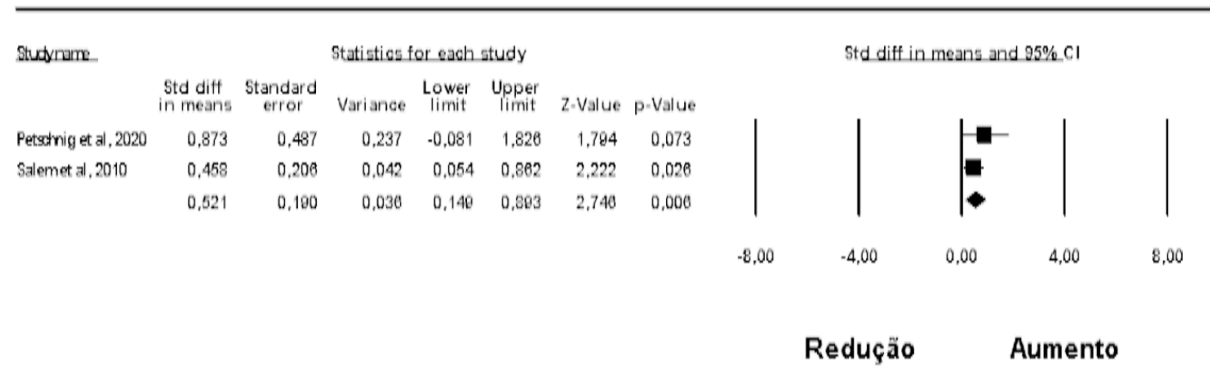
Cinco estudos verificaram o efeito de programas de treinamento resistido sobre a HbA1c (WRÓBEL *et al*, 2018; PETSCHNIG *et al*, 2020; SALEM *et al*, 2010; TOGHI-ESHGHI; YARDLEY, 2019; RAMALHO *et al*, 2006). Foram analisados os dados de 200 participantes. De acordo com a meta-análise (FIGURA 3), foi observado relativo risco de redução da HbA1c no grupo treinamento resistido (SMD=-0,568±0,165 [95%IC=-0,891 a -0,246]; p=0,001; I²=82%; FIGURA 3), e aumento para o grupo controle (SMD=0,521±0,190 [95%IC=0,149 a 0,893]; p=0,006; I²=00; FIGURA 4).

FIGURA 3 – ANÁLISE DE TAMANHO DE EFEITO PARA O GRUPO DE TREINAMENTO RESISTIDO



Fonte: O autor (2021)

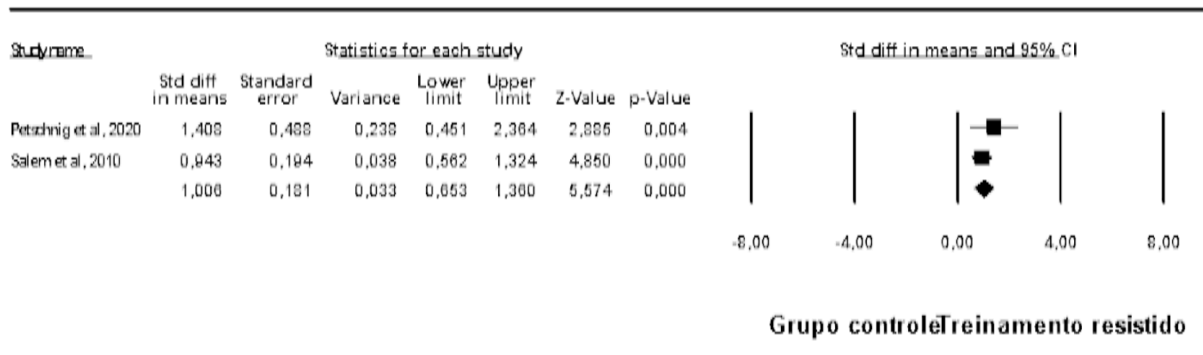
FIGURA 4 – ANÁLISE DE TAMANHO DE EFEITO PARA O GRUPO CONTROLE



Fonte: O autor (2021)

Além disso, na comparação entre os grupos, foi observado significativo risco relativo de redução nas concentrações de HbA1c a favor do grupo treinamento resistido em relação ao grupo controle (SMD= 1,006 \pm 0,181 [95%IC=0,653 a 1,360]; $p < 0,001$; FIGURA 5), com pequenas inconsistências entre os resultados ($I^2=00\%$, $p=0,376$).

FIGURA 5 – COMPARAÇÃO DO TAMANHO DE EFEITO ENTRE O GRUPO DE TREINAMENTO RESISTIDO E O GRUPO CONTROLE



FONTE: O autor (2021)

Nenhum viés de publicação significativo foi detectado na assimetria do gráfico do funil ou no teste de Egger ($p=0,308$). De acordo com a análise de sensibilidade para o grupo treinamento resistido (FIGURA 3), heterogeneidade reduziu de forma importante entre os grupos para 20% ($p=0,287$), após remover um estudo (TOGHI-ESHGHI; YARDLEY, 2019). Devido ao número reduzido para as demais análises, não foi possível conduzir análise de sensibilidade.

5 DISCUSSÃO

O propósito desta revisão sistemática foi analisar o efeito do treinamento resistido no controle metabólico de pessoas com DM1. Com a aplicação da meta-análise foi percebido melhor controle da HbA1c em pessoas submetidas a um treinamento resistido, bem como em outras variáveis clínicas.

Na literatura, encontram-se resultados controversos nesse sentido, alguns estudos observam melhora no controle glicêmico de indivíduos com DM1 e outros não. Durak, Jovanovic-Peterson e Peterson (1990) obtiveram melhora na HbA1c após um programa de exercícios resistido, corroborando com o que foi encontrado nessa pesquisa. A maioria dos estudos, no entanto, analisa o efeito combinado do exercício aeróbico com o resistido (MYSLIWEC *et al*, 2020; YARDLEY *et al*, 2012; MOSHER *et al*, 1998) e também apresentam resultados contraditórios.

Dentre os cinco estudos analisados nessa revisão, Wróbel *et al* (2018) e Ramalho *et al* (2006) não encontraram redução significativa na HbA1c, mas observaram tendência de redução. Isso pode ser explicado devido ao tempo da intervenção, ambos de 12 semanas, uma vez que intervenções mais curtas sugerem menor eficácia. Os estudos de Salem *et al* (2010) e Petschining *et al* (2020), com 24 e 32 semanas de intervenção respectivamente, obtiveram melhora significativa nesse parâmetro. Ademais, a faixa etária pode ter influenciado, enquanto os primeiros dois estudos trabalharam com uma população adulta, os dois últimos tinham como público crianças e adolescentes.

Sabe-se que o crescimento e a maturação sexual têm influência na sensibilidade a insulina, principalmente devido a aspectos morfológicos (COUTO *et al*, 2012). Deste modo, o aumento da força muscular, como o relatado por Petschining *et al* (2020), pode ter otimizado o metabolismo anaeróbio durante o exercício, utilizando maior quantidade de glicose nesses pacientes quando em comparação ao grupo controle, o que explicaria a redução significativa na HbA1c após a intervenção.

A realização de meta análises melhora a potência estatística na pesquisa dos efeitos dos tratamentos, sendo mais precisa na estimação e tamanho do efeito. A meta-análise permite, em caso de resultados aparentemente discordantes, obter uma visão geral da situação, desta forma a presente meta análise demonstrou resultados positivos em relação ao controle glicêmico após treinamento resistido.

Esses resultados podem estar associados ao aumento da sensibilidade à insulina e de massa muscular, porém os estudos não apresentaram dados suficientes de composição corporal e sensibilidade a insulina para verificar essa hipótese.

Segundo Nuutila *et al* (1992) o músculo esquelético é o principal local de captação, liberação e estocagem de glicose. Isso ocorre, pois também está relacionado a melhor utilização de substratos excedentes devido a ação da insulina (PAULI *et al*, 2009). Assim o aumento de massa muscular pode estar relacionado ao melhor controle metabólico da glicemia, o que também pode explicar o porquê de treinamentos mais longos terem maior efeito na HbA1c. Petsching *et al* (2020) relatou aumento significativo de força de membros superiores e inferiores após 32 semanas de treinamento e obteve redução significativa na HbA1c, reforçando essa ideia.

Ainda deve-se destacar que os mecanismos de captação de glicose no músculo esquelético são potencializados em até 48h depois do treinamento (SBD, 2019), portanto aumentando a sensibilidade à insulina e diminuindo a necessidade de sua administração exógena. Dessa forma, os resultados encontrados por Salem *et al* (2010) e por Ramalho *et al* (2006) na diminuição de doses de insulina após a realização do treinamento também demonstram melhor controle metabólico em longo prazo da HbA1c.

Houve inconsistência no estudo de Toghi-Eshghi e Yardley, 2019, enquanto todos os outros identificaram redução na análise de tamanho de efeito, esse apresentou aumento. Uma hipótese para isso ter ocorrido é que, nesse caso, os pacientes realizaram o protocolo de treinamento em dois momentos diferentes: em jejum às 7h da manhã e alimentados durante a tarde. O exercício em jejum favoreceu um aumento de glicose no sangue, o que pode ter alterado os resultados em longo prazo. Os autores discutem que esse aumento na glicemia pode ter relação com alterações naturais da glicose no sangue no período da manhã, diferenças na insulina circulante devido à administração ou diferentes sensibilidades à insulina ao longo do dia, mas destacam que a amostra pequena não permitiu que conclusões precisas fossem obtidas.

Além da HbA1c, outras variáveis clínicas apresentaram melhora nos estudos analisados, como no perfil lipídico, IMC e circunferência de cintura (SALEM *et al*, 2010), também houve aumento de força de membros superiores e inferiores (PETSCHINING *et al* 2020), melhora na resposta cardiorrespiratória (WRÓBEL *et al*,

2018) e diminuição nas doses de insulina (SALEM *et al*, 2010; RAMALHO *et al*, 2006), o que evidencia que além do melhor controle glicêmico o treinamento resistido apresenta diversos outros benefícios em pessoas com DM1.

A hipótese de Petschining *et al* (2020) de que ocorreria a melhora nas concentrações de adiponectina foi confirmada pelo estudo. Os autores explicam que a adiponectina está relacionada à sensibilidade à insulina, dessa forma o aumento de suas concentrações sanguíneas é benéfico aos indivíduos com DM.

Outro ponto positivo observado tem relação com a hipoglicemia. A hipoglicemia ainda é uma das principais barreiras para a realização de exercícios em pessoas com DM1 (LIMA *et al*, 2017). O exercício resistido sugeriu menos risco de episódios no estudo de Jimenez *et al* (2009). Nesse, a sensibilidade à insulina permaneceu inalterada 36 horas após o exercício. O estudo de Salem *et al* (2010) ratifica esse resultado, pois não houve alteração nos episódios de hipoglicemia relacionados ao treinamento.

Por fim, Salem *et al* (2010) demonstraram que concentrações elevadas de HbA1c estão relacionadas com maior LDL, colesterol e TGD, denotando a importância do controle dessa variável. Um mau controle, por outro lado, está associado ao desenvolvimento das complicações agudas e crônicas do DM (MYSLIWEC *et al*, 2020).

A partir dessa análise, pode-se considerar que as recomendações de Farinha *et al* (2017), que coloca o exercício resistido ou exercícios aeróbicos de alta intensidade como melhor alternativa de controle na HbA1c em pacientes com DM1, faz sentido e deve ser mais explorada.

O tema efeito do treinamento resistido em pessoas com DM1 ainda é escasso na literatura, a maioria dos estudos conta com uma amostra pequena de indivíduos ou analisa os efeitos agudos na glicemia. No entanto, sabe-se que o melhor parâmetro para análise do controle metabólico é a HbA1c (SBD, 2019).

Além disso, deve-se destacar a grande influência da alimentação no resultado da HbA1c (SBD, 2019) e a dificuldade de controle dessa variável nos estudos que investigam o efeito do exercício sob a HbA1c, podendo considerar este um fator limitante dessa área de pesquisa. Dos trabalhos apresentados, apenas dois utilizaram alguma forma de controle sobre a alimentação (TOGHI-ESHGHI; YARDLEY, 2019; WRÓBEL *et al*, 2018) e nenhum ofereceu orientações nutricionais.

Portanto, assume-se que os participantes mantiveram os mesmos hábitos alimentares antes, durante e após a intervenção.

A partir do exposto, trabalhos futuros devem se preocupar em investigar os efeitos do treinamento resistido atentando-se ao maior controle das variáveis metodológicas e nos parâmetros da glicemia, em especial a HbA1c. Ademais, buscar uma amostra maior, incluir orientação nutricional e realizar comparações com grupos controle e com outros tipos de exercício devem contribuir para melhor elucidar a relação entre controle glicêmico e treinamento resistido.

6 CONCLUSÃO

O bom controle glicêmico de pacientes com DM1 é importante na prevenção de complicações agudas e crônicas decorrentes da doença. Nesta revisão, a meta-análise identificou que há melhora do controle glicêmico com redução das concentrações da HbA1c em indivíduos submetidos ao treinamento resistido. Além disso, diversas variáveis clínicas apresentam melhora, entre elas aumento da força, menor dosagem de insulina, redução do IMC e circunferência de cintura, evidenciando ainda mais os benefícios do treinamento resistido em pacientes com DM1. Assim, conclui-se que o treinamento resistido foi eficiente para o controle metabólico em pessoas com DM1 e deve ser incorporado ao plano de tratamento.

REFERÊNCIAS

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Clinical Practice Recommendations 2001: prevention of type 1 diabetes mellitus. **Diabetes Care** v. 21, n. 9, p. 1414-31, 1998.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. **Diabetes Care**, v. 37, n.1, p. S81-90 Jan. 2014. Disponível em: https://care.diabetesjournals.org/content/37/Supplement_1/S81 Acesso em: 22 Fev. 2021 <https://doi.org/10.2337/dc14-S081>

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Standards of Medical Care in Diabetes. **Diabetes Care**, v. 42, n.1, p. S173-81 Jan. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30559241/> Acesso em: 22 Fev. 2021

BARONE, Bianca *et al.* Cetoacidose diabética em adultos: atualização de uma complicação antiga. **Arq Bras Endocrinol Metab**, São Paulo, v. 51, n. 9, p. 1434-1447, Dec. 2007. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302007000900005&lng=en&nrm=iso Acesso em 23 Fev. 2021 <https://doi.org/10.1590/S0004-27302007000900005>.

COUTO, Patrícia *et al.* Metabolismo em crianças e adolescentes durante o exercício. Rev. Acta Brasileira do Movimento Humano. v. 2, n. 3, p. 1-13. Jul. 2012. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/actabrasileira/article/view/2888> Acesso em 22 Mar. 2021

DIB, Sergio Atala; TSCHIEDEL, Balduino; NERY, Marcia. Diabetes melito tipo 1: pesquisa à clínica. **Arq Bras Endocrinol Metab**, São Paulo, v. 52, n. 2, p. 143-145, Mar. 2008. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302008000200001&lng=en&nrm=iso. Acesso em 22 Fev. 2021. <https://doi.org/10.1590/S0004-27302008000200001>.

DIMITRIADIS, George *et al.* Insulin effects in muscle and adipose tissue. **Diabetes research and clinical practice** v. 93, n. 1, p. 52-9, Ago. 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21864752/> Acesso em: 22 Fev. 2021 [https://doi.org/10.1016/S0168-8227\(11\)70014-6](https://doi.org/10.1016/S0168-8227(11)70014-6)

DURAK, Eric; JOVANOVIC-PETERSON, L; PETERSON, Charles. Randomized crossover study of effect of resistance training on glycemic control, muscular strength, and cholesterol in type I diabetic men. **Diabetes Care**. v. 12, n. 10, p. 1039-43. Out. 1990. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2209300/> Acesso em: 18 Mar. 2021 doi: 10.2337/diacare.13.10.1039.

FARINHA, Juliano *et al.* Exercise por type 1 diabetes mellitus management: general considerations and new directions. **Medical Hypotheses**. v. 104, n. 1, p. 147-53. Jul. 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28673573/> Acesso em: 18 Mar. 2021 <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2017.05.033>

FOWLER, Michael. Microvascular and Macrovascular Complications of Diabetes. **Clinical Diabetes**, v. 26, n. 2, p. 77-82, Abr. 2008. Disponível em: <https://clinical.diabetesjournals.org/content/26/2/77.full-text.pdf> Acesso em: 22 Fev. 2021 <https://doi.org/10.2337/diaclin.26.2.77>

IDF Diabetes Atlas, 9th edn. International Diabetes Federation. Brussels, Belgium, 2019. Disponível em: <https://www.diabetesatlas.org> Acesso em: 05 Fev. 2021.

KARVONEN, Mariatta *et al.* Incidence of childhood type 1 diabetes worldwide. Diabetes Mondiale (DiaMond) Project Group. **Diabetes Care**. v. 23, n. 10, p. 1516-26, Out 2000. Disponível em <https://care.diabetesjournals.org/content/23/10/1516.long> Acesso em 09 Fev. 2021. <https://doi.org/10.2337/diacare.23.10.1516> PMID: 11023146.

KAVOOKJIAN, Jan; ELSWICK, Betsy; WHETSEL, Tara. Interventions for being active among individuals with diabetes: a systematic review of the literature. **Diabetes Educ.** v. 33, n. 6, p. 962-90. Nov. 2007. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18057265/> Acesso em: 17 Mar. 2021. doi: 10.1177/0145721707308411

KRISKA, Andrea *et al.* The association of physical activity and diabetic complications in individuals with insulin-dependent diabetes mellitus: the Epidemiology of Diabetes Complications Study--VII. **Journal of clinical epidemiology** v. 44, n. 11, p. 1207-14, 1991. 1207-14. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1941015/> Acesso em: 22 Fev. 2021. [https://doi.org/10.1016/0895-4356\(91\)90153-Z](https://doi.org/10.1016/0895-4356(91)90153-Z)

LIMA, Valderi *et al.* Comportamento glicêmico após exercícios intermitentes em diabéticos tipo 1: Uma revisão sistemática. **Rev. Bras. Ciênc. Mov.** v. 25, n. 2, p. 167-74. Abr. 2017. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-882255?src=similardocs> Acesso em: 18 Mar. 2021

MALTA, Deborah Carvalho *et al.* Fatores associados ao diabetes autorreferido segundo a Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. **Rev Saúde Pública**, v. 51, n.1, Jun. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102017000200312&lng=en Acesso em 05 Fev. 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/s1518-8787.2017051000011>

MALTA, Deborah Carvalho *et al.* Prevalência de diabetes mellitus determinada pela hemoglobina glicada na população adulta brasileira, Pesquisa Nacional de Saúde. **Rev. bras. epidemiol.**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 2 , Out. 2019. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2019000300408&lng=en&nrm=iso Acesso em 05 Fev. 2021.

MARÇAL, Danilo Francisco da Silva *et al.* EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO SOBRE DIABETES MELLITUS TIPO 1: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE ENSAIOS CLÍNICOS E RANDOMIZADOS. **J. Phys. Educ.**, Maringá, v. 29, e2917, Jun. 2018. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-24552018000100203&lng=en&nrm=iso. Acesso em 05 Fev. 2021. <https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v29i1.2917>.

MOSHER *et al.* Aerobic circuit exercise training: effect on adolescents with well-controlled insulin-dependent diabetes mellitus. **Arch Phys Med Rehabil.** v. 79, n. 6, p. 652-57. Jun. 1998. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9630144/> Acesso em: 18 Mar. 2021 doi: 10.1016/s0003-9993(98)90039-9

MYSLIWEC *et al.* Acute Responses to Low and High Intensity Exercise in Type 1 Diabetic Adolescents in Relation to Their Level of Serum 25(OH)D. **Nutrients.** v. 12, n. 2, p. 454. Fev. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32054009/> Acesso em: 18 Mar. 2021 doi: 10.3390/nu12020454

NOGUEIRA, Angelucia Chagas. O exercício resistido com peso promove uma maior eficiência na queda da glicemia em pacientes com diabetes quando comparado com exercício aeróbico. **RBPFEEX - Revista Brasileira De Prescrição E Fisiologia Do Exercício**, v. 4, n.22, p. 342-51, Jan. 2012. Disponível em <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/258> Acesso em: 23 Fev. 2021

NUUTILA, P *et al.* Glucose-free fatty acid cycle operates in human heart and skeletal muscle in vivo. **The J Clin Invest.** v. 89, n. 6, p. 1767-74. Jun. 1992. Disponível em: <https://www.jci.org/articles/view/115780> Acesso em: 20 Mar. 2021 doi: [10.1172/JCI115780](https://doi.org/10.1172/JCI115780)

PAULI, José *et al.* Novos mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência à insulina no músculo esquelético. **Arq Bras Endocrinol Metab**, São Paulo, v. 53, n. 4, p. 399-408, June 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302009000400003&lng=en&nrm=iso. Acesso em 20 Mar. 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-27302009000400003>.

PETSCHNIG, Renate *et al.* Effect of Strength Training on Glycemic Control and Adiponectin in Diabetic Children. **Med Sci Sports Exerc.** v. 52, n. 10, p. 2172-78, Out. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32301853/> Acesso em: 17 Mar. 2021 DOI: [10.1249/MSS.0000000000002356](https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002356)

PIRES, Antonio Carlos; CHACRA; Antonio Roberto. A evolução da insulinoterapia no diabetes melito tipo 1. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab**, v. 52, n. 2, p. 268-78, Mar 2008. Disponível em <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-481015> Acesso em 24 Fev. 2021

RAMALHO, Ana Claudia *et al.* The effect of resistance versus aerobic training on metabolic control in patients with type-1 diabetes mellitus. **Diabetes Res Clin Pract.** v. 72, n. 3, p. 271-6, Jun. 2006. Disponível em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16406128/> Acesso em 09 Fev. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2005.11.011>

RAMALHO, Ana Claudia R.; SOARES, Sabrina. O papel do exercício no tratamento do diabetes melito tipo 1. **Arq Bras Endocrinol Metab**, São Paulo, v. 52, n. 2, p. 260-267, Mar. 2008. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302008000200013&lng=en&nrm=iso. Acesso em 05 Fev. 2021. <https://doi.org/10.1590/S0004-27302008000200013>.

SALEM, Mona *et al.* Is exercise a therapeutic tool for improvement of cardiovascular risk factors in adolescents with type 1 diabetes mellitus? A randomised controlled trial. **Diabetol Metab Syndr.** v. 2, n. 1, p. 47. Jul. 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20618996/> Acesso em: 17 Mar. 2021. doi: 10.1186/1758-5996-2-47

SBD - Sociedade Brasileira de Diabetes. Aplicação de Insulina: dispositivos e técnicas de aplicação. **Diretrizes SBD**, p. 219-34, 2014. São Paulo. Disponível em <https://www.diabetes.org.br/profissionais/diabetes-tipo-1/77-aplicacao-de-insulina-dispositivos-e-tecnica-de-aplicacao> Acesso em: 22 Fev. 2021

SBD - **Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes:** 2019-2020. São Paulo. 2019. Disponível em <https://www.diabetes.org.br/publico/> Acesso em: 20 Mar. 2021

SILVA, J. A. Treinamento de força no controle da glicemia de diabéticos. Monografia de graduação (Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

TOGHI-ESHGHI, Saaed Reza; YARDLEY, Jane. Morning (Fasting) vs Afternoon Resistance Exercise in Individuals With Type 1 Diabetes: A Randomized Crossover Study. **J Clin Endocrinol Metab.** v. 104, n. 11, p. 5217-24, Nov. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31211392/> Acesso em: 17 Mar. 2021 doi: 10.1210/jc.2018-02384

TONOLI, Cajsa *et al.* Effects of different types of acute and chronic (training) exercise on glycaemic control in type 1 diabetes mellitus: a meta-analysis. **Sports medicine.** Auckland, v. 42, n. 12, p. 1059-80, Dez 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23134339/> Acesso em: 22 Fev. 2021 <https://doi.org/10.1007/BF03262312>

WESTCOTT, Wayne. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. **Current sports medicine reports** v. 11, n. 4, p. 209-16, Jul. 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22777332/> Acesso em: 22 Fev. 2021 doi: 10.1249/JSR.0b013e31825dabb8

WORLD HEALTH ORGANIZATION & INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. 2006. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycaemia: **report of a WHO/IDF consultation.** World Health Organization. Disponível em <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43588> Acesso em 05 Fev. 2021.

WRÓBEL, Marta *et al.* Aerobic as well as resistance exercises are good for patients with type 1 diabetes. **Diabetes Res Clin Practi.** v. 144, n. 1, p. 93-101. Out. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016882271830682X> Acesso em: 17 Mar. 2021 <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2018.08.008>.

YARDLEY, Jane *et al.* Effects of performing resistance exercise before versus after aerobic exercise on glycemia in type 1 diabetes. **Diabetes care** v. 35, n. 4, p. 669-75, Abr. 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22374639/> Acesso em: 22 Fev. 2021 <https://doi.org/10.2337/dc11-1844>

YARDLEY, Jane *et al.* Resistance versus aerobic exercise: acute effects on glycemia in type 1 diabetes. **Diabetes care** v. 36, n. 3, p. 531-42, Mar. 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3579339/> Acesso em: 22 Fev. 2021 <https://doi.org/10.2337/dc12-0963>

ZABAGLIA, Ramon *et al.* Efeito dos exercícios resistidos em portadores de Diabetes Mellitus. **RBPFEEX - Revista Brasileira De Prescrição E Fisiologia Do Exercício**, v. 3 n. 18, p. 547-58, Nov. 2009. Disponível em: <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/207> Acesso em: 22 Fev. 2021

ANEXO 1 – ESCALA DE PEDRO

Escala de PEDro – Português (Brasil)

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

A escala PEDro baseia-se na lista de Delphi, desenvolvida por Verhagen e colegas no Departamento de Epidemiologia, da Universidade de Maastricht (*Verhagen AP et al (1988). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology, 51(12):1235-41*). A lista, na sua maior parte, baseia-se num “consenso de peritos” e não em dados empíricos. Incluíram-se na escala de PEDro dois itens adicionais, que não constavam da lista de Delphi (os itens 8 e 10 da escala de PEDro). À medida que forem disponibilizados mais dados empíricos, pode vir a ser possível ponderar os itens da escala de forma a que a pontuação obtida a partir da aplicação da escala PEDro reflita a importância de cada um dos itens da escala.

O objetivo da escala PEDro consiste em auxiliar os utilizadores da base de dados PEDro a identificar rapidamente quais dos estudos controlados aleatorizados, ou quase-aleatorizados, (ou seja, ECR ou ECC) arquivados na base de dados PEDro poderão ter validade interna (critérios 2-9), e poderão conter suficiente informação estatística para que os seus resultados possam ser interpretados (critérios 10-11). Um critério adicional (critério 1) que diz respeito à validade externa (ou “potencial de generalização” ou “aplicabilidade” do estudo clínico) foi mantido para que a *Delphi list* esteja completa, mas este critério não será usado para calcular a pontuação PEDro apresentada no endereço PEDro na internet.

A escala PEDro não deverá ser usada como uma medida da “validade” das conclusões de um estudo. Advertimos, muito especialmente, os utilizadores da escala PEDro de que estudos que revelem efeitos significativos do tratamento e que obtenham pontuação elevada na escala PEDro não fornecem, necessariamente, evidência de que o tratamento seja clinicamente útil. Adicionalmente, importa saber se o efeito do tratamento foi suficientemente expressivo para poder ser considerado clinicamente justificável, se os efeitos positivos superam os negativos, e aferir a relação de custo-benefício do tratamento. A escala não deve ser utilizada para comparar a “qualidade” de estudo clínicos realizados em diferentes áreas de terapia, principalmente porque algumas áreas da prática da fisioterapia não é possível satisfazer todos os itens da escala.

Modificada pela última vez em 21 de Junho de 1999

Tradução em Português vez em 13 de Maio de 2009

Ajustes ortográficos para a versão Português-Brasileiro em 12 de Agosto de 2010

Indicações para a administração da escala PEDro:

- Todos os critérios **A pontuação só será atribuída quando um critério for claramente satisfeito**. Se numa leitura literal do relatório do ensaio existir a possibilidade de um critério não ter sido satisfeito, esse critério não deve receber pontuação.
- Critério 1 Este critério pode considerar-se satisfeito quando o relatório descreve a origem dos sujeitos e a lista de requisitos utilizados para determinar quais os sujeitos eram elegíveis para participar no estudo.
- Critério 2 Considera-se que num determinado estudo houve alocação aleatória se o relatório referir que a alocação dos sujeitos foi aleatória. O método de aleatoriedade não precisa de ser explícito. Procedimentos tais como lançamento de dados ou moeda ao ar podem ser considerados como alocação aleatória. Procedimentos de alocação quase-aleatória tais como os que se efetuam a partir do número de registo hospitalar, da data de nascimento, ou de alternância, não satisfazem este critério.
- Critério 3 *Alocação secreta* significa que a pessoa que determinou a elegibilidade do sujeito para participar no ensaio desconhecia, quando a decisão foi tomada, o grupo a que o sujeito iria pertencer. Deve atribuir-se um ponto a este critério, mesmo que não se diga que a alocação foi secreta, quando o relatório refere que a alocação foi feita a partir de envelopes opacos fechados ou que a alocação implicou o contato com o responsável pela alocação dos sujeitos por grupos, e este último não participou do ensaio.
- Critério 4 No mínimo, nos estudos de intervenções terapêuticas, o relatório deve descrever pelo menos uma medida da gravidade da condição a ser tratada e pelo menos uma (diferente) medida de resultado-chave que caracterize a linha de base. O examinador deve assegurar-se de que, com base nas condições de prognóstico de início, não seja possível prever diferenças clinicamente significativas dos resultados, para os diversos grupos. Este critério é atingido mesmo que somente sejam apresentados os dados iniciais do estudo.
- Critérios 4, 7-11 *Resultados-chave* são resultados que fornecem o indicador primário da eficácia (ou falta de eficácia) da terapia. Na maioria dos estudos, utilizam mais do que uma variável como medida de resultados.
- Critérios 5-7 *Ser cego para o estudo* significa que a pessoa em questão (sujeito, terapeuta ou avaliador) não conhece qual o grupo em que o sujeito pertence. Mais ainda, sujeitos e terapeutas só são considerados “cegos” se for possível esperar-se que os mesmos sejam incapazes de distinguir entre os tratamentos aplicados aos diferentes grupos. Nos ensaios em que os resultados-chave são relatados pelo próprio (por exemplo, escala visual análoga, registo diário da dor), o avaliador é considerado “cego” se o sujeito foi “cego”.
- Critério 8 Este critério só se considera satisfeito se o relatório referir explicitamente *tanto* o número de sujeitos inicialmente alocados nos grupos *como* o número de sujeitos a partir dos quais se obtiveram medidas de resultados-chave. Nos ensaios em que os resultados são medidos em diferentes momentos no tempo, um resultado-chave tem de ter sido medido em mais de 85% dos sujeitos em algum destes momentos.
- Critério 9 Uma análise de *intenção de tratamento* significa que, quando os sujeitos não receberam tratamento (ou a condição de controle) conforme o grupo atribuído, e quando se encontram disponíveis medidas de resultados, a análise foi efetuada como se os sujeitos tivessem recebido o tratamento (ou a condição de controle) que lhes foi atribuído inicialmente. Este critério é satisfeito, mesmo que não seja referida a análise por intenção de tratamento, se o relatório referir explicitamente que todos os sujeitos receberam o tratamento ou condição de controle, conforme a alocação por grupos.
- Critério 10 Uma *comparação estatística inter-grupos* implica uma comparação estatística de um grupo com outro. Conforme o desenho do estudo, isto pode implicar uma comparação de dois ou mais tratamentos, ou a comparação do tratamento com a condição de controle. A análise pode ser uma simples comparação dos resultados medidos após a administração do tratamento, ou a comparação das alterações num grupo em relação às alterações no outro (quando se usou uma análise de variância para analisar os dados, esta última é frequentemente descrita como interação grupo versus tempo). A comparação pode apresentar-se sob a forma de hipóteses (através de um valor de p, descrevendo a probabilidade dos grupos diferirem apenas por acaso) ou assumir a forma de uma estimativa (por exemplo, a diferença média ou a diferença mediana, ou uma diferença nas proporções, ou um número necessário para tratar, ou um risco relativo ou um razão de risco) e respectivo intervalo de confiança.
- Critério 11 Uma *medida de precisão* é uma medida da dimensão do efeito do tratamento. O efeito do tratamento pode ser descrito como uma diferença nos resultados do grupo, ou como o resultado em todos os (ou em cada um dos) grupos. *Medidas de variabilidade* incluem desvios-padrão (DP's), erros-padrão (EP's), intervalos de confiança, amplitudes interquartis (ou outras amplitudes de quantis), e amplitudes de variação. As medidas de precisão e/ou as medidas de variabilidade podem ser apresentadas graficamente (por exemplo, os DP's podem ser apresentados como barras de erro numa figura) desde que aquilo que é representado seja inequivocamente identificável (por exemplo, desde que fique claro se as barras de erro representam DP's ou EP's). Quando os resultados são relativos a variáveis categóricas, considera-se que este critério foi cumprido se o número de sujeitos em cada categoria é apresentado para cada grupo.