

O exercício físico nas alterações neurológicas decorrentes do diabetes mellitus tipo 2

Physical exercise in neurological alterations resulting from type 2 diabetes mellitus

El ejercicio físico en las alteraciones neurológicas derivadas de la diabetes mellitus tipo 2

Drielly Lays Gomes Neto¹, Maria Fernanda Marinho Rodrigues²,
Rafael David Souto de Azevedo³

1.Aluna do curso de fisioterapia. FIC. Garanhuns-PE, Brasil.

2.Professora e coordenadora do curso de fisioterapia. FIC. Garanhuns-PE, Brasil.

3.Biólogo. UPE. Garanhuns-PE, Brasil.

Resumo

Objetivo. Demonstrar a importância do exercício e a intervenção fisioterapêutica em pacientes portadores de diabetes como preventivo às repercussões futuras e promotor de uma melhor qualidade de vida. **Método.** Revisão sistemática com base em ensaios clínicos randomizados dos últimos 10 anos encontrados nas bases de dados: PUBMED, SCIELO e LILACS, por meio de palavras-chaves descritas no DeCs: Diabetes Mellitus tipo 2, Exercício físico, Fisioterapia, Neuropatias Diabéticas e prevenção. A estratégia adotada foi repetida em todas as bases de dados, nos três idiomas: português, inglês e espanhol. Posteriormente os estudos foram avaliados e classificados por meio da escala de Jadad. **Resultados.** Foram identificados um total de 5.218 estudos, que a princípio constavam com os critérios de inclusão e filtros de pesquisa utilizados. Destes, apenas 66 estudos realmente se relacionavam com o escopo da presente revisão e foram classificados em uma segunda análise. Subsequentemente os trabalhos passaram pela avaliação classificatória onde, apenas 15 estudos foram inclusos e analisados na íntegra. Todos os estudos inclusos abordavam o manejo da doença com diferentes modalidades, frequência e intensidade de exercício. **Conclusão.** O exercício pode trazer resultados positivos sobre as estruturas musculoesqueléticas e biomecânicas dos pacientes com neuropatia diabética, evidenciado pelos resultados funcionais identificados, no entanto, se faz necessário novos estudos, com populações e durações maiores a fim de destacar o benefício do exercício sobre a qualidade de vida desses indivíduos e mediante a progressão desta doença.

Unitermos. Diabetes Mellitus tipo 2; Exercício físico; Fisioterapia; Neuropatias Diabéticas e prevenção

Abstract

Objective. To demonstrate the importance of exercise and physical therapeutic intervention in patients with diabetes as a preventive measure against future repercussions and a promoter of a better quality of life. **Method.** Systematic review based on randomized clinical trials of the last 10 years found in the databases: PUBMED, SCIELO and LILACS, through keywords described in the DeCs: Diabetes Mellitus type 2, Physical exercise, Physiotherapy, Diabetic Neuropathies and prevention. The adopted strategy was repeated in all databases, in the three languages: Portuguese, English and Spanish. Subsequently, the studies were evaluated and classified using the Jadad scale. **Results.** A total of 5,218 studies were identified, which initially met the inclusion criteria and search filters used. Of these, only 66 studies actually related to the scope of the present review and were classified in a second analysis. Subsequently, the works underwent a classificatory evaluation, where only 15 studies were included and analyzed in full. All included studies addressed the management of the disease with different modalities, frequency and intensity of exercise. **Conclusion.** The exercise can bring positive results on the musculoskeletal and biomechanical structures of patients with diabetic neuropathy,

evidenced by the functional results identified, however, further studies are needed, with larger populations and durations in order to highlight the benefit of exercise on the quality of life of these individuals and through the progression of this disease.

Keywords. Type 2 Diabetes Mellitus; Physical exercise; Physical therapy; Diabetic Neuropathies and prevention

RESUMEN

Objetivo. Demostrar la importancia del ejercicio y la intervención fisioterapéutica en pacientes con diabetes como medida preventiva ante futuras repercusiones y promotora de una mejor calidad de vida. **Métodos.** Revisión sistemática basada en ensayos clínicos aleatorizados de los últimos 10 años encontrados en las bases de datos: PUBMED, SCIELO y LILACS, a través de palabras clave descritas en los DeCs: Diabetes Mellitus tipo 2, Ejercicio físico, Fisioterapia, Neuropatías diabéticas y prevención. La estrategia adoptada se repitió en todas las bases de datos, en los tres idiomas: portugués, inglés y español. Posteriormente, los estudios fueron evaluados y clasificados mediante la escala de Jadad. **Resultados.** Se identificaron un total de 5.218 estudios, que inicialmente cumplieron con los criterios de inclusión y filtros de búsqueda utilizados. De estos, sólo 66 estudios realmente se relacionaron con el alcance de la presente revisión y se clasificaron en un segundo análisis. Posteriormente, los trabajos fueron sometidos a una evaluación clasificatoria, donde solo se incluyeron y analizaron en su totalidad 15 estudios. Todos los estudios incluidos abordaron el tratamiento de la enfermedad con diferentes modalidades, frecuencia e intensidad del ejercicio. **Conclusión.** Que el ejercicio puede traer resultados positivos sobre las estructuras musculoesqueléticas y biomecánicas de pacientes con neuropatía diabética, evidenciado por los resultados funcionales identificados, sin embargo, se necesitan más estudios, con mayores poblaciones y duraciones para poder resaltar el beneficio del ejercicio sobre la calidad de vida de estos individuos y a través de la progresión de esta enfermedad.

Palabras clave: Diabetes Mellitus Tipo 2; Ejercicio físico; Fisioterapia; Neuropatías diabéticas y prevención

Trabalho realizado na FIC. Garanhuns-PE, Brasil.

Conflito de interesse: não

Recebido em: 28/07/2023

Aceito em: 05/10/2023

Endereço para correspondência: Drielly Lays Gomes Neto. E-mail: driellylaysgomes@gmail.com

INTRODUÇÃO

O Diabetes mellitus (DM) é uma doença crônica que se caracteriza pelo acúmulo de glicose no sangue, o tipo 2 desta condição é a mais prevalente e está relacionado a desordem metabólica gerada por resistência à insulina¹.

A presença do DM muitas vezes pode ser associada ao aumento da expectativa de vida. No entanto, estudos recentes apontam que o diabetes tipo 2 está mais relacionado a hábitos alimentares ou ao estilo de vida, destacando-se a inatividade física e a obesidade².

Desde 1990 há um aumento de DM na região do Mediterrâneo Oriental e que esse fato não é explicado pelo crescimento populacional ou envelhecimento da região, mas que as mudanças no comportamento de saúde estão contribuindo para tal efeito².

A principal alteração devido a hiperglicemia presente no paciente diabético é a deficiência sensorial, no DM tipo 2 a neuropatia periférica é uma das complicações mais evidentes trazendo impacto significativo para a realização das atividades de vida diárias. As repercussões trazem comprometimento principalmente de membros inferiores, altera força muscular, equilíbrio e propriocepção, que resultam em limitações físicas, riscos aumentados de quedas e ulcerações que poderão evoluir para a perda anatômica de membros¹.

Sabe-se que a prática de atividade física regular possui grandes benefícios e é capaz de manter um bom condicionamento físico evitando a presença de comorbidades que tragam alterações metabólicas como o DM. Mas, vale destacar a sua importância para pacientes diabéticos a fim de evitar comprometimentos, uma vez que o tecido muscular é uma das principais estruturas responsáveis por captar a glicose, o exercício se torna capaz de reduzir os valores glicêmicos³.

A Associação Americana do Diabetes (ADA) recomenda a prática de atividade física para diabéticos, incluindo exercícios aeróbicos, de resistência e de flexibilidade, mas a determinação de qual exercício físico, bem como intensidade

e tempo deve ser determinado por um profissional depois de uma avaliação física realizada³.

Torna-se imprescindível a prática clínica da fisioterapia, o conhecimento sobre as alterações decorrentes do diabetes, bem como recursos que visem melhorar ou manter as informações sensoriais e força muscular dos diabéticos a fim de garantir funcionalidade⁴.

Com base nisso, este trabalho tem por proposta demonstrar a importância do exercício físico e a intervenção fisioterapêutica em pacientes portadores de Diabetes, como forma de prevenir repercussões futuras e promover uma qualidade de vida melhor.

MÉTODO

A pesquisa foi realizada por meio de uma revisão de literatura, a fim de destacar, mediante estudos independentes, as evidências e análises atuais sobre o exercício físico como prevenção das alterações neurológicas decorrentes do diabetes mellitus tipo 2.

Este estudo propôs demonstrar a coleta de dados realizada através de fontes secundárias durante um levantamento bibliográfico, visando a compreensão acerca do tema proposto, bem como validar a sua importância. Sendo assim, se trata de uma pesquisa sistemática, de finalidade básica estratégica, descritiva e com abordagem qualitativa.

Estratégia de busca

Iniciou-se um processo de levantamento bibliográfico por meio de revistas importantes da literatura atual, utilizando as seguintes bases de dados: PUBMED, LILACS E SCIELO, como estratégia de pesquisa foram aplicadas as seguintes combinações e palavras-chaves descritas no DeCs (Descritores em Ciências da Saúde), a saber: Diabetes Mellitus tipo 2 (Diabetes Mellitus Type 2), Exercício físico (Exercise), Fisioterapia (Physical therapy), Neuropatias Diabéticas (Diabetic Neuropathies) e prevenção (prevention).

Critérios de elegibilidade, análise de viés e características para seleção dos estudos

Foram incluídos estudos randomizados originais dos últimos 10 anos, nos idiomas: inglês, espanhol e português que utilizem como assuntos principais a abordagem terapêutica na prevenção de danos neuropáticos decorrentes da DM tipo 2. Não foram incluídos os artigos que apareceram em mais de uma base de dados (duplicados), aqueles que não estavam disponíveis na íntegra, lidos na íntegra não apresentaram relação, aqueles que ao serem com o tema proposto abordassem outras estratégias específicas de tratamento/acompanhamento, como tratamento somente farmacológico, e os artigos que são identificados como ensaio clínico randomizado (ECR) com pontuação na Escala de Jadad < 3⁵.

Classificação e apresentação de dados

Foi desenvolvido um fluxograma (Figura 1) contendo a numeração de artigos classificados e os que foram excluídos, de forma detalhada, destacando todas as etapas para classificação do n amostral.

A escala de Jadad foi construída por Dr. Alejandro Jadad, em 1996⁵ (Tabela 1), um anestesiológico colombiano, é breve e constitui-se de 5 perguntas (se o estudo é descrito como randomizado, como duplo-cego, se há descrição de perdas e se a randomização ou cegamento foram apropriados). A pontuação da escala varia de 0 a 5, sendo considerados os de melhor qualidade aqueles com maior pontuação.

Tabela 1: Demonstração da escala de Jadad⁵.

ESCALA DE JADAD PARA AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE ENSAIOS CLÍNICOS			
1.	Estudo descrito como randomizado?	Sim	+1
		Não	0
2.	Estudo descrito como duplo-cego?	Sim	+1
		Não	0
3.	Houve descrição de perdas?	Sim	+1
		Não	0
4.	Randomização apropriada?	Sim	+1
		Não	-1
		Não descrito	0
5.	Cegamente apropriado?	Sim	+1
		Não	-1
		Não descrito	0
Total			

Como citado anteriormente, o n amostral desta pesquisa foi composto por artigos que apresentaram pontuação >3 , que indicam um baixo risco de viés. Em seguida, foi construída uma tabela com os estudos que compuseram o n amostral da pesquisa, sendo demonstrados os dados e questões referentes às intervenções realizadas (tratamentos, condutas), características dos pacientes e os resultados encontrados sobre as manifestações clínicas da Neuropatia Diabética (NPD).

Análise estatística

Depois de passarem pelas etapas de avaliação citadas acima, os artigos classificados de acordo com a escala de Jadad, sucederam para uma análise descritiva, destacando o número absoluto de artigos avaliados, sua porcentagem e pontuação ou escore de acordo com os critérios da escala em questão.

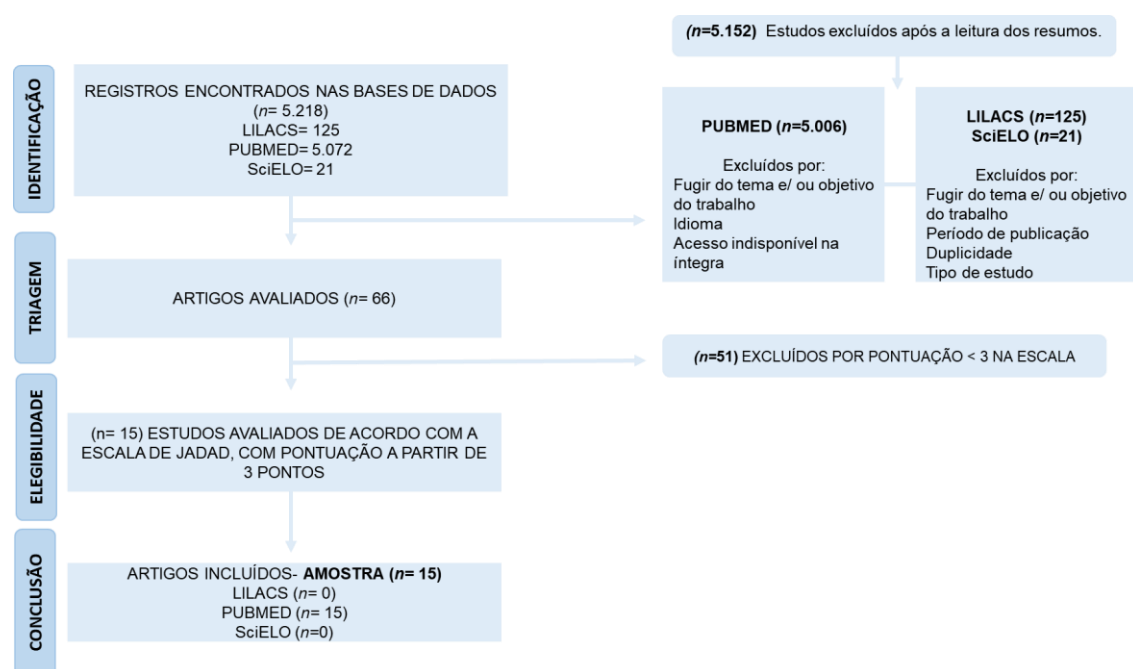
RESULTADOS

No levantamento bibliográfico realizado em dezembro de 2022 a janeiro de 2023, em um primeiro contato, por meio de análise de títulos e resumos, foram identificados um total de 5.218 estudos, que a princípio constavam com os critérios de inclusão e filtros de pesquisa utilizados nesse estudo, sendo 5.072 na PUBMED, 125 no LILACS e 21 da Scielo.

Como é demonstrado na Figura 1, uma segunda análise foi realizada, do total de artigos encontrados, 5.152 estudos

foram excluídos por trazer visões e formas de solução que fugiram do tema proposto, como intervenção em outros tipos de diabetes, acesso indisponível na íntegra, período de publicação inferior ao estipulado, linguagem, duplicidade, outros tipos de estudos como relatos de caso, revisão e metanálises, critérios referentes a elegibilidade de inclusão desta revisão sistemática.

Figura 1. Fluxograma dos estudos identificados.



Após a exclusão desses estudos, um total de 66 estudos se tornaram relevantes e passaram por uma revisão por meio de uma nova leitura e classificação de acordo com a escala de Jadad⁵, sendo inclusos para compor o estudo 15 artigos⁶⁻²⁰ com escore >3 na escala, os quais estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Apresentação dos dados de estudos incluídos.

AUTOR E ANO	CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS	CONDUTA/TRATAMENTO	DESECHOS CLÍNICOS
Gholami 2018 ⁶	12 Participantes com diagnóstico de DM a mais de 5 anos e portadores de NPD, inativos, compondo o estudo 12 pacientes que participaram do GC e 12 pacientes do GE	GE: 10min de aquecimento, 15 min de caminhada na esteira e 10 min de relaxamento e realizaram exercícios aeróbicos de caminhada ou corrida sendo respeitada 50 a 70% da FC máxima em 3 sessões semanais por 3 meses. GC: realizavam a prática de atividade habitual* e caso houvesse alguma mudança notificava-se aos pesquisadores	O estudo não demonstrou nenhum efeito adverso para ambos os grupos, GE demonstrou melhoras significativas em relação aos níveis de glicemia e velocidade de condução nervosa do nervo sural, mas não apresentou efeito significativo em relação ao potencial de condução nervosa
Dixit 2014 ⁷	87 participantes portadores de DM e NPD clínica definida como uma pontuação mínima de sete no <i>Michigan Diabetic Neuropathy Score</i> (MDNS) foram divididos em dois grupos, 47 pacientes que participaram do GC e 40 pacientes do GE	O GE contava com atividade habitual + exercícios aeróbicos de intensidade moderada e GC apenas com atividade habitual	Os exercícios trouxeram resultados significativos no quesito de condução nervosa, se tornando um aliado aos portadores de NPD, sendo capaz de interromper a progressão da doença
Mueller 2013 ⁷	29 participantes diabéticos e com NPD que foram randomizados em dois grupos, sendo 14 pacientes que participaram do GC e 15 pacientes do GE	As sessões de exercícios contavam com exercícios específicos de flexibilidade e alongamento, seguidos de exercícios de fortalecimento e exercícios aeróbicos. O grupo GE exercícios em pé; uso do peso corporal para os exercícios de resistência; exercícios aeróbicos (esteira e caminhadas). GC: exercícios sentados ou deitado com a utilização de faixas elásticas e ciclo ergômetro. Ambas as sessões duravam 1h sendo realizada 3 x na semana por 12 semanas	O grupo GE trouxe resultados melhores em relação à média de passos e confiança ao andar comprovados por meio do TC6M, já o grupo GC apresentou melhorias maiores de HbA1C
Seyedizadeh 2020 ⁹	22 participantes com NPD com faixa etária entre 45-65 anos de idade participaram do estudo, sendo 12 do GC e 10 do GE	Tanto o grupo GE como GC: combinação de exercícios aeróbicos e exercícios de resistência 3x por 8 semanas, sendo a conduta dividida em: 15 minutos de aquecimento por meio de caminhadas e exercícios de força do protocolo sem carga, exercícios resistidos e exercícios aeróbicos por 10 a 15 minutos e o resfriamento que consistia em 5 minutos para caminhada e 10-15 minutos para exercícios de alongamento. Treinamento físico; exercício de resistência 2-3 séries, 6-7 exercícios, 8-12 repetições de 3-5 minutos; os exercícios aeróbicos: 50 a 65% da FC de reserva por 13 minutos com intervalo de descanso entre as séries de 5 a 10 repetições	Houve diminuição de resistência aeróbica e aumento de força do membro superior, não sendo bem significativa, a evidência significativa se deu ao aumento de força nos membros inferiores e a utilidade da conduta como forma de evitar a progressão da patologia
Suryani 2021 ¹⁰	50 participantes, diabéticos, com NPD e com UP recentemente cicatrizada foram avaliados para compor o estudo. Estes pacientes foram divididos em dois grupos 25 GC e 25 GE	Os pacientes dos GC e GE receberam educação sobre cuidados com os pés no hospital e foram reeducados pela pesquisadora em seu domicílio. O GC também contava com ligações telefônicas para saber sobre seu estado de saúde. O GE realizou exercícios de alongamento e fortalecimento dos músculos, tendões, ligamentos ao redor das articulações que formam o MI distal	Os exercícios realizados pelo GE trouxeram resultados positivos em relação a redução da incidência de UP, melhora da NPD e velocidade da caminhada
Win 2020 ¹¹	104 participantes diabéticos e que apresentavam NPD foram divididos em dois grupos 51 GE e 53 GC. Foram avaliados antes, durante e após 8 semanas da intervenção	Os pacientes foram acompanhados durante 16 semanas, o GE estava destinado a receber programa de exercícios para mãos e pés por 10min, 3x ao dia durante 8 semanas. Além disso receberam educação em saúde para cuidados com o pé diabético, o GC recebeu apenas as informações sobre o pé diabético	O grupo que realizou os exercícios apresentou dificuldades diminuídas em relação a prática de AVD's, diminuição da gravidade da neuropatia, e diminuição da dor

Tabela 2 (cont.). Apresentação dos dados de estudos incluídos.

AUTOR E ANO	CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS	CONDUTA/TRATAMENTO	DESFECHOS CLÍNICOS
Ahmad 2020 ¹²	38 participantes, sendo 25 homens e 13 mulheres com diagnóstico de DM1 e DM2 a mais de 7 anos, com de NPD. Foram divididos em dois grupos 21 GE e 17 GC	O GE: exercício 3x por semana em dias intercalados e sem passar 48h de execução, por 8 semanas totalizando 24 sessões; atividades habituais com os pés e realizou sessões de exercício. Cada sessão consistia em 10 minutos de aquecimento com a utilização do ciclo ergômetro e esteira, seguidos de 50-60 minutos de treinamento sensório motor e marcha e finalizaram com relaxamento 5-10 min, por meio de alongamentos e exercícios que trabalhassem a respiração. O GC teve apenas orientação sobre os cuidados ao pé diabético	O treinamento mostrou melhora da propriocepção e da velocidade de condução nervosa, se tornando benéfico para a atividade dos músculos ao redor do tornozelo e multifidos durante o controle postural e a caminhada em pacientes com NPD
Monteiro 2020 ¹³	30 participantes com diagnóstico de DM1 e/ou DM2 e NPD moderada ou grave, que conseguissem andar sozinho pelo menos por 10m e tivessem até 1 amputação de dedos com exceção do hálux. Foram divididos em dois grupos 15 GE e 15 GC	GC: Atividades habituais recomendados pela equipe médica e pelas diretrizes do <i>International Working Group on the Diabetic Foot</i> (IWGDF). GE: cuidados habituais, juntamente com um programa de exercícios terapêuticos de 12 semanas que fortalecem os músculos e melhoram a funcionalidade do complexo pé-tornozelo com duração mínima de 50 min	No GE, o tempo de contato dos dedos dos pés após 12 semanas de treinamento físico aumentou significativamente, os sinais e sintomas da neuropatia melhoraram em comparação ao início do processo de avaliação, apenas a força dos dedos de todos os resultados funcionais e clínicos melhoraram de forma positiva ao longo do tempo, como uma melhora na força e mobilidade de pessoas com NPD
Heidari 2021 ¹⁴	40 participantes, mulheres com idade entre 45 e 60 anos, com DM2 há mais de 10 anos. Foram divididos em dois grupos 20 GE e 20 GC	GE: exercício de 12 semanas, 3 sessões de 60 a 90 min por semana. Foram realizados aquecimento (caminhadas) auto liberação miofascial por meio de estímulos sensoriais com esponja, exercícios de panturrilha, alongamentos, exercícios de equilíbrio e exercícios combinados finalizando com exercícios respiratórios ou de relaxamento GC: Sem a prática de atividade física**	Os exercícios podem trazer benefícios para os pacientes neuropáticos, demonstrado pelo efeito positivo nos critérios glicêmicos e sensoriais
Venkataraman 2019 ¹⁵	134 participantes, com diagnóstico de DM2, com NPD que estivessem na faixa etária entre 40 e 79 anos. Foram divididos em dois grupos 67 GE e 67 GC	GE: treinamento de equilíbrio e fortalecimento 1x por semana, por 8 semanas. Sessões domiciliares de forma individualizada ou em um local de preferência do participante. O GC não recebeu nenhum cuidado/intervenção específica da equipe do estudo	O estudo não demonstrou diferença significativa nos escores gerais de QVRS entre os braços de GC e GE após 2 meses de treinamento. Houve melhora significativa no domínio dor corporal no GE em comparação com o GC, além de melhorias clinicamente significantes no desempenho da tarefa funcional, confiança no equilíbrio, ADM do joelho e força muscular no tornozelo após 4 meses de treinamento
Song 2011 ¹⁶	38 participantes diagnosticados com NPD foram recrutados e distribuídos aleatoriamente em dois grupos. Foram divididos em dois grupos 19 GE e 19 GC	Ambos os grupos receberam educação em saúde sobre diabetes por 50 min/semana durante 8 semanas. O GE praticou um programa adicional de exercícios de equilíbrio por 60 minutos, 2X por semana durante 8 semanas	GE: Melhora do equilíbrio, propriocepção do tronco e a capacidade de controlar a postura corporal, equilíbrio dinâmico, como também melhora do alcance funcional e aumento da velocidade da marcha
Perrin 2021 ¹⁷	24 participantes com diagnóstico clínico de DM e NPD. Foram divididos em dois grupos 12 GE e 12 GC	O GE: programa de exercícios de 8 semanas, que duravam 1h durante 3x na semana, que incluíam componentes aeróbicos e de fortalecimento. O GC: recebeu um programa de educação em grupo sustentado pelo programa "Diabetes Conversations"	Houve melhora nos sinais e sintomas neuropáticos, demonstrando que as intervenções no estilo de vida com exercícios ou educação podem, a curto prazo, fornecer benefícios de saúde para pessoas com DM

Tabela 2 (cont.). Apresentação dos dados de estudos incluídos.

AUTOR E ANO	CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS	CONDUTA/TRATAMENTO	DESFECHOS CLÍNICOS
Sartor 2014 ¹⁸	55 participantes com diagnóstico de NPD, com idade entre 45 e 65 anos. Foram divididos em dois grupos 26 GE e 29 GC	O GE: 40-60 minutos de exercícios por sessão, para treinamento pé-tornozelo e marcha, 2x por semana, durante 12 semanas. GC: recebeu cuidados médicos padrão recomendados: tratamento farmacológico para diabetes e instruções de cuidados com os pés	O GE alterou discretamente o rolamento do pé para um processo mais fisiológico, apoiado por uma melhor distribuição da pressão plantar e melhor condição funcional do complexo pé-tornozelo
Allet 2010 ¹⁹	71 participantes diagnosticados com DM2 foram divididos em dois grupos 35 GE e 36 GC	GE: exercícios em circuito incluindo treinamento de equilíbrio e marcha por 60 min, 2x na semana ao longo de 12 semanas. O GC não recebeu nenhum tratamento ou orientação específica	Após a intervenção, o GE aumentou sua velocidade habitual de caminhada. O comprimento da passada mostrou um valor importante, mas não conseguiu foi significativa no nível de significância corrigido
Monteiro 2022 ²⁰	78 participantes ambos os sexos, DM1 e DM2 com NPD moderado, no máximo um dedo amputado, que não poderia ser o hálux; e acesso a dispositivos eletrônicos com internet permitindo o uso do software web. Foram divididos em dois grupos 39 GE e 39 GC	GC: Atividades habituais. GE: cuidados juntamente com um programa de exercícios pé-tornozelo de 12 semanas. O protocolo de exercícios foi realizado 2x por semana sob supervisão presencial de um fisioterapeuta, e duas vezes por semana em casa, supervisionado remotamente por meio do Software Educacional Pé Diabético (SOPeD, www.soped.com.br)	Observou-se efeitos positivos em comparação com os cuidados habituais no desfecho primário de velocidade de marcha rápida e nos resultados secundários de ADM pé-tornozelo, sensibilidade à vibração e qualidade de vida
UP= Ulceração plantar; NPD= Neuropatia periférica; GE= Grupo experimental; GC= Grupo controle; DM= Diabetes Mellitus; DM1= Diabetes Mellitus tipo 1; DM2= Diabetes Mellitus tipo 2; MI= Membro inferior; TC6M= Teste de caminhada de 6 minutos; ADM= amplitude de movimento; AVD's= Atividades de vida diária; QVRS= Qualidade de vida relacionada à saúde; HbA1C = Hemoglobina glicada; FC= Frequência cardíaca máxima; (*) refere-se à manutenção do controle glicêmico e cuidado com os pés. (**) A ideia inicial seria caminhada 3x por semana com aumento da distância percorrida em 5% mensalmente, com visita mensal dos pesquisadores.			

A Tabela 3 mostra a classificação dos 15 estudos incluídos e analisados estatisticamente, 100% são estudos com randomização apropriada, 100% dos artigos descrevem as perdas em sua pesquisa, 73,33% são descritos como duplo-cego, mas apenas 46,66% são cegamente apropriados.

A escala utilizada se tornou necessária para que fosse incluso no estudo os artigos com pontuação >3, reduzindo os riscos de viés e demonstrando as evidências atuais com boas qualidades, na Tabela 3 também se descreve a pontuação dos artigos incluídos sendo: 5 artigos (33,33%)

com a pontuação de 3, 3 artigos (20%) com a pontuação de 4 e a maior parte dos estudos n=7 (46,66%) descritos como 5, a pontuação máxima da escala.

Tabela 3. Análise descritiva em número absoluto e porcentagem de artigos incluídos.

Análise descritiva em número absoluto e em porcentagem de estudos avaliados por meio da escala de JADAD ⁴ .					
DESCRIÇÃO	n	%	ESCORE	n	%
Descrito como randomizado?	15	100	1	0	0
Descrito como duplo-cego?	11	73,33	2	0	0
Há descrição de perdas?	15	100	3	5	33,33
Randomização apropriada?	15	100	4	3	20
Cegamento apropriado?	7	46,66	5	7	46,66
Total de artigos	15	100	Total	15	100

Quanto aos resultados dos estudos apresentados na Tabela 2, foi possível identificar diferentes propostas de exercícios e métodos, características dos participantes e desfechos concluídos, por esse fator, os estudos foram divididos em tópicos para discussão específica de acordo com as intervenções e características individuais de cada pesquisa.

Dos 15 estudos, 5 referem-se a intervenção por meio de exercícios aeróbicos ou exercícios aeróbicos combinados com exercícios de flexibilidade, de resistência ou de fortalecimento^{6-9,17}, 2 trazem o enfoque em alongamentos ou combinação de alongamentos com exercícios de fortalecimento e de equilíbrio^{10,11}, 3 abordam exercícios relacionados ao complexo pé-tornozelo sendo exercícios para

fortalecimento, funcionais e para a marcha^{13,18,20}, e 5 abordam exercícios de equilíbrio^{12,1-16,19}, sendo 2 com combinação de equilíbrio e estímulo sensorial^{14,16}, e os outros 3 combinação de exercícios de equilíbrio e fortalecimento, equilíbrio e marcha, compondo os grupos de intervenção^{12,15,19}. Em relação aos grupos para controle, boa parte recebeu orientações sobre o pé diabético ou nenhum tratamento preciso, apenas 2 estudos trouxeram condutas específicas para o grupo^{8,9}.

DISCUSSÃO

Grupo intervenção

Exercícios aeróbicos e exercícios aeróbicos combinados a exercícios de flexibilidade e de resistência

O estudo de Gholami 2018⁶ verificou o efeito do exercício aeróbico para homens com diagnóstico de neuropatia diabética com enfoque em uma melhora da condução nervosa dos membros inferiores, a intervenção foi realizada três vezes na semana durante 12 semanas trazendo resultados significantes sobre a velocidade de condução nervosa, em especial ao nervo sural, mas não em potencial de condução, outro resultado encontrado foi o controle glicêmico. Os resultados e intervenções realizadas no estudo citado foram bem semelhantes ao estudo de Dixit 2014⁷ que também trouxe uma abordagem com exercícios aeróbicos com objetivo de melhorar a função nervosa, onde se observou que em oito semanas o nervo sensorial sural mostrou uma diferença significativa para velocidade de

condução, demonstrando que os exercícios aeróbicos podem ser utilizados como uma forma de evitar a progressão da neuropatia diabética.

Por outro lado, o estudo de Mueller 2013⁸ analisou a eficácia dos exercícios aeróbicos junto a exercícios de equilíbrio, fortalecimento e flexibilidade; as sessões eram realizadas três vezes na semana, por 12 semanas. Nesse estudo, o grupo experimental realizou exercícios em pé e andando, enquanto o grupo controle realizou sentado ou deitado, o intuito do estudo era observar qual grupo mostraria um maior resultado, sustentado na hipótese de que o grupo com sustentação de peso traria efeitos mais significantes. O grupo que teve mais esforço físico, ou seja, aquele que realizou os exercícios em pé ou andando, demonstrou resultados melhores para o teste de caminhada de 6 minutos, repercutindo também em uma melhora nos passos.

O estudo de Seyedizadeh 2020⁹ realizou uma combinação de exercícios aeróbicos e de fortalecimento, o programa foi comum aos estudos citados anteriormente, sendo realizados três vezes na semana, porém foi monitorado por oito semanas. Devido ao tempo de monitorização, bem como a pequena amostra do estudo devido a desistências, não se teve resultados bem significantes para o objetivo do estudo (função física) quando comparado o grupo de intervenção e o grupo controle. Entretanto, é preciso destacar que o grupo de intervenção apresentou uma melhora em relação a força dos membros

inferiores, o que se leva a entender que a combinação desses exercícios e uma intervenção de treinamento em tempo maior, pode trazer desfechos efetivos. O estudo de Perrin 2021¹⁷ também constituiu de sessões por três vezes na semana durante oito semanas e incluiu exercícios aeróbicos e de fortalecimento, onde demonstrou melhoras significantes em relação aos sinais e sintomas neuropáticos, sendo uma intervenção efetiva ao sistema sensorial como a dor e a sensibilidade protetora e para uma mudança no estilo de vida, demonstrando o benefício da prática física.

Alongamentos e exercícios de fortalecimento

O estudo de Win 2020¹¹ mostrou o resultado de uma intervenção de 10 minutos de exercícios realizado em casa para mãos e pés de participantes com neuropatia diabética, sendo efetuado três vezes ao dia por oito semanas. Os pesquisadores do estudo realizaram vídeos, materiais impressos e deram demonstração dos exercícios para que os participantes executassem de maneira correta.

Os participantes desse estudo contaram com visitas semanais dos pesquisadores, além de um diário para descrever o desempenho e implementação de exercícios durante a monitorização. Os exercícios focaram principalmente em abordagem de alongamentos. Os resultados mostram ganhos em relação a funcionalidade, sendo evidenciada por melhorias na pontuação motora e atividades específicas da vida diária, como subir escadas e realizar trabalhos ou tarefas domésticas, esse desfecho

clínico é de grande importância quando comparado as limitações que o portador de NPD pode apresentar. Os sintomas neuropáticos trazem impacto no cotidiano desses indivíduos, resultando em absenteísmo e aposentadorias precoces²¹.

No estudo de Suryani 2021¹⁰ os exercícios adotados estavam direcionados aos componentes que formam a articulação do complexo pé-tornozelo, apontando resultados positivos por meio de prevenção da ocorrência de ulceração plantar e melhora na caminhada. Alguns dos outros estudos apresentados também trouxeram a inserção dos alongamentos para compor a conduta, no entanto, estes dois estudos focaram mais especificamente na realização de alongamentos.

Exercícios para o complexo pé-tornozelo

Monteiro 2020¹³ trouxe uma forma de intervenção na qual os participantes, além de receberem os cuidados habituais, em duas vezes na semana receberam um protocolo de exercícios sob a supervisão de um fisioterapeuta com o intuito de fortalecer os músculos e melhorar a funcionalidade do complexo pé-tornozelo, os participantes executaram sozinhos uma série de exercícios para pés e tornozelos duas vezes por semana, que foi supervisionado remotamente por meio do *Software* Educacional do Pé Diabético (SOPeD, www.soped.com.br).

O SOPeD era constituído por oito exercícios divididos em quatro módulos, as sessões eram compostas por 50min

e a progressão dos exercícios foi personalizada para cada paciente e eram variados a cada sessão, apresentando como resultado aumento da força máxima do pé, mobilidade e resultados biomecânicos funcionais importantes como o tempo de contato durante a marcha¹³.

O SOPed é um *software web* de acesso gratuito desenvolvido com base na alta concordância entre especialistas e usuários e tem potencial para prevenir complicações decorrentes da polineuropatia diabética, baseado nos princípios da gamificação e abordou três áreas principais: recomendações de cuidados com os pés; autoavaliação dos pés de acordo com as principais complicações da neuropatia diabética; e exercícios personalizados pé-tornozelo para fortalecer os músculos, aumentar a amplitude de movimento e melhorar a funcionalidade²¹.

Os mesmos autores, Monteiro 2022²⁰, realizaram uma nova intervenção, dessa vez com uma amostra maior de participantes sendo 71 participantes divididos em 2 grupos, um para intervenção e outro para controle, porém o aumento da intensidade era determinado quando o paciente conseguisse realizar o exercício de forma correta variando de 1 a 3 séries de 5 a 40 repetições, os exercícios realizados em casa eram progredidos por meios de características disponibilizadas pelos próprios participantes ao algoritmo do aplicativo SOPed.

No estudo de Sartor 2014¹⁸, o grupo de intervenção recebeu exercícios específicos para o pé e tornozelo com o

objetivo de melhorar a amplitude de movimento, aumentar as habilidades na caminhada e desempenhos funcionais, trabalhando com exercícios funcionais, de fortalecimento e alongamentos durante 12 semanas, tendo uma resposta positiva no desempenho funcional e interação pé-chão.

Exercícios de equilíbrio, exercícios combinados e estímulos sensoriais

Ahmad 2020¹² apresentou que um treinamento sensório-motor e de marcha, realizado três vezes por semana (dias alternados com intervalo não superior a 48 horas) durante oito semanas (total de 24 sessões) incluindo deslizamentos na parede, exercícios de ponte e prancha, sentar-levantar, apoio de uma perna, elevação do calcanhar e do pé, postura em tandem progredindo gradualmente para diferentes graus usando superfície instável, e treino de marcha, foi capaz de trazer melhora da propriocepção e função nervosa, trazendo ativação da musculatura do tornozelo, sendo importante para o controle postural e desempenho da marcha.

O estudo de Heidari 2021¹⁴ realizou uma abordagem com caminhadas, auto liberação miofascial por meio de estímulos sensoriais com esponja e exercícios de panturrilha, alongamentos, exercícios de equilíbrio e exercícios combinados com a utilização de bolas, *step* e halteres finalizando com exercícios respiratórios ou de relaxamento. Os resultados mais evidentes foram no controle glicêmico e sensação periférica, a massagem sensorial se tornou

importante para facilitar a execução dos exercícios, já que eram realizados primeiro, reduzindo a dor.

O método de intervenção realizado no estudo de Song 2011¹⁶ incluiu a inserção de exercícios combinados e estímulo sensorial assim como o estudo de Heidari 2021¹⁴, entretanto, o estímulo sensorial se deu por meio da bola e por meio de exercícios subindo e descendo em uma espuma, foi realizado exercícios combinados com treinamento de equilíbrio se mostrando capaz de melhorar o equilíbrio tanto estático como dinâmico, controle postural e propriocepção.

Venkataraman 2019¹⁵ proporcionou aos participantes do estudo sessões de exercícios para equilíbrio e fortalecimento, uma vez na semana, trazendo melhorias no equilíbrio e estado funcional, mas não foi significativa para propor uma melhora na qualidade de vida, talvez pelo curto período de intervenção para o ganho dos dois objetivos propostos pelo estudo, sendo os resultados avaliados desde os dois primeiros meses até o 6º mês, sendo necessária uma nova intervenção que procure avaliar resultados a longo prazo.

Uma combinação de exercícios específicos de treinamento baseado em uma abordagem de circuito incluindo exercícios de marcha e equilíbrio combinados com fortalecimento orientado para a função foi proposto no estudo de Allet 2010¹⁹ a intervenção consistia em um treinamento duas vezes na semana com duração de 60 minutos, durante 12 semanas, onde foi observado melhora na marcha de pacientes com neuropatia diabética, sendo

evidenciada pelo aumento da velocidade da caminhada em superfícies habituais, terrenos e em paralelepípedos.

Grupo controle

Nos grupos controle dos artigos incluídos nesse estudo, boa parte deles estavam destinados a intervenção somente por meio de orientação sobre o pé diabético e cuidados habituais, no estudo de Song 2011¹⁶ tanto o grupo experimental como o grupo controle receberam sessões de orientações para o cuidado com os pés, as sessões duravam 50 minutos e eram ministradas por profissionais especializados nos assuntos, as atividades foram realizadas por 8 semanas e cada semana abordava um tema específico como definição, cuidados e complicações no diabetes.

Apenas três estudos trouxeram a inserção do exercício, sendo o estudo de Mueller 2013⁸, onde o grupo controle realizou os mesmos exercícios do grupo experimental, porém executados de uma maneira diferente, outro estudo foi o Heidari 2021¹⁴, orientados a praticar uma sessão de caminhada ao ar livre não supervisionada de uma hora, três vezes por semana, no geral, todos os pacientes tentaram o protocolo de exercícios prescrito várias vezes e depois desistiram, ficando o grupo controle aquele que não realizava nenhum exercício e o estudo de Seyedizadeh 2020⁹ que utilizou de exercícios aeróbicos e de resistência.

A presença do profissional capaz de instruir e motivar o paciente à prática física se faz necessário, e tem impacto sobre os resultados a serem alcançados, o incentivo e

demonstração devem fazer parte de uma sessão para que o paciente se mantenha focado no treinamento e mantenha a prática presente no seu cotidiano, com o intuito de manutenção funcional e promoção de qualidade de vida.

CONCLUSÃO

As alterações neurológicas por DM2, sobretudo a neuropatia, reduzem a qualidade de vida dos indivíduos, esse estudo proporcionou a identificação e organização de estudos com evidências científicas de boa qualidade demonstrada, sobre o efeito do exercício físico aos portadores de NPD, destacando os desfechos clínicos aos profissionais e a população sobre a necessidade da inserção da prática de forma habitual.

Essa revisão sistemática foi capaz de demonstrar que o exercício pode trazer resultados positivos sobre as estruturas musculoesqueléticas e biomecânicas dos pacientes com neuropatia diabética, evidenciado pelos resultados funcionais identificados, no entanto, se faz necessário novos estudos, com um número maior de artigos a serem analisados, aumentando assim a população estudada; como também, faz-se necessários novos estudos randomizados com intervenções mais duradouras e com *follow-up*, afim de destacar o benefício do exercício sobre a qualidade de vida desses indivíduos durante a progressão desta doença.

REFERÊNCIAS

1. Barros LSA, Nunes CC. A influência do exercício físico na captação de glicose independente de insulina. *Hum Rev* 2019;45:59-64. <https://doi.org/10.34019/1982-8047.2019.v45.2899>
2. Moradi-Lakeh M, Forouzanfar MH, El Bcheraoui C, Daoud F, Afshin A, Hanson SW, *et al.* High Fasting Plasma Glucose, Diabetes, and Its Risk Factors in the Eastern Mediterranean Region, 1990-2013: Findings From the Global Burden of Disease Study 2013. *Diabetes Care* 2017;40:22-9. <https://doi.org/10.2337/dc16-1075>
3. Silva RGR, Ribeiro MG, Lima MAC. Tratamento fisioterapêutico em pacientes diabéticos com polineuropatia simétrica distal – SECAD. PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Neurofuncional. Porto Alegre: Artmed Panamericana; 2019; v.4; ciclo 8; p.9-55. <https://portal.secad.artmed.com.br/artigo/tratamento-fisioterapeutico-em-pacientes-diabeticos-com-polineuropatia-simetrica-distal>
4. Veras TC, Rocha LRM, Amaral CP, Mendonça HCS, Nascimento LSG, Campos SL, *et al.* Associação entre Força Muscular e Sensibilidade Plantar em Pacientes Diabéticos: Um Estudo Transversal. *Rev Saúde Pesqu* 2015;8:525-32. <https://doi.org/10.17765/1983-1870.2015v8n3p525-532>
5. Jadad AR, Moore RA, Carroll D, Reynolds CJDM, Gavaghan DJ, McQuay HJ. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: Is blinding necessary? *Contr Clin Trials* 1996;17:1-12. [https://doi.org/10.1016/0197-2456\(95\)00134-4](https://doi.org/10.1016/0197-2456(95)00134-4)
6. Gholami F, Nikookheslat S, Salekzamani Y, Boule N, Jafari A. Effect of aerobic training on nerve conduction in men with type 2 diabetes and peripheral neuropathy: A randomized controlled trial. *Neurophysiol Clin*. 2018;48:195-202. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2018.03.001>
7. Dixit S, Maiya AG, Shastry BA. Effect of aerobic exercise on peripheral nerve functions of population with diabetic peripheral neuropathy in type 2 diabetes: a single blind, parallel group randomized controlled trial. *J Diabetes Complications* 2014;28:332-9. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2013.12.006>
8. Mueller MJ, Tuttle LJ, Lemaster JW, Strube MJ, McGill JB, Hastings MK, *et al.* Weight-bearing versus nonweight-bearing exercise for persons with diabetes and peripheral neuropathy: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2013;94:829-38. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.12.015>
9. Seyedizadeh SH, Cheragh-Birjandi S, Hamed Nia MR. The Effects of Combined Exercise Training (Resistance-Aerobic) on Serum Kinesin and Physical Function in Type 2 Diabetes Patients with Diabetic Peripheral Neuropathy (Randomized Controlled Trials). *J Diabetes Res* 2020;2020:6978128. <https://doi.org/10.1155/2020/6978128>
10. Suryani M, Samekto W, Heri-Nugroho, Susanto H, Dwiantoro L. Effect of foot-ankle flexibility and resistance exercise in the secondary prevention of plantar foot diabetic ulcer. *J Diabetes Complications* 2021;35:107968. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2021.107968>
11. Win MMTM, Fukai K, Nyunt HH, Linn KZ. Hand and foot exercises for diabetic peripheral neuropathy: A randomized controlled trial. *Nurs Health Sci* 2020;22:416-26. <https://doi.org/10.1111/nhs.12676>
12. Ahmad I, Verma S, Noohu MM, Shareef MY, Hussain ME. Sensorimotor and gait training improves proprioception, nerve function, and muscular activation in patients with diabetic peripheral neuropathy: a randomized control trial. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2020;20:234-48. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32481239/>

13. Monteiro RL, Ferreira JSSP, Silva ÉQ, Donini A, Cruvinel-Júnior RH, Veríssimo JL, *et al.* Feasibility and Preliminary Efficacy of a Foot-Ankle Exercise Program Aiming to Improve Foot-Ankle Functionality and Gait Biomechanics in People with Diabetic Neuropathy: A Randomized Controlled Trial. *Sensors (Basel)* 2020;20:5129. <https://doi.org/10.3390/s20185129>
14. Heidari M, Zolaktaf V, Ghasemi G, Nejadian SL. Integrated Exercise and Glycemic and Peripheral Sensation Control in Diabetic Neuropathy: A Single-Blind, Randomized Controlled Trial. *Int J Prev Med* 2021;12:169. https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM_306_20
15. Venkataraman K, Tai BC, Khoo EYH, Tavintharan S, Chandran K, Hwang SW, *et al.* Short-term strength and balance training does not improve quality of life but improves functional status in individuals with diabetic peripheral neuropathy: a randomised controlled trial. *Diabetologia* 2019;62:2200-10. <https://doi.org/10.1007/s00125-019-04979-7>
16. Song CH, Petrofsky JS, Lee SW, Lee KJ, Yim JE. Effects of an exercise program on balance and trunk proprioception in older adults with diabetic neuropathies. *Diabetes Technol Ther* 2011;13:803-11. <https://doi.org/10.1089/dia.2011.0036>
17. Perrin BM, Southon J, McCaig J, Skinner I, Skinner TC, Kingsley MIC. The Effect of Structured Exercise Compared with Education on Neuropathic Signs and Symptoms in People at Risk of Neuropathic Diabetic Foot Ulcers: A Randomized Clinical Trial. *Medicina (Kaunas)* 2021;58:59. <https://doi.org/10.3390/medicina58010059>
18. Sartor CD, Hasue RH, Cacciari LP, Butugan MK, Watari R, Pássaro AC, *et al.* Effects of strengthening, stretching and functional training on foot function in patients with diabetic neuropathy: results of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2014;15:137. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-137>
19. Allet L, Armand S, Aminian K, Pataky Z, Golay A, Bie RA, *et al.* An exercise intervention to improve diabetic patients' gait in a real-life environment. *Gait Post* 2010;32:185-90. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.04.013>
20. Monteiro RL, Ferreira JSSP, Silva ÉQ, Cruvinel-Júnior RH, Veríssimo JL, Bus SA, *et al.* Foot-ankle therapeutic exercise program can improve gait speed in people with diabetic neuropathy: a randomized controlled trial. *Sci Rep* 2022;12:7561. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11745-0>
21. Ferreira JSSP, Sacco ICN, Siqueira AA, Almeida MHM, Sartor CD. Rehabilitation technology for self-care: Customised foot and ankle exercise software for people with diabetes. *PLoS One* 2019;14:e0218560. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218560>