



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA – CAMPUS I
CURSO DE FISIOTERAPIA (BACHARELADO)

**ALTERAÇÕES MUSCULOESQUELÉTICAS NO MEMBRO
INFERIOR DE PESSOAS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2:
REVISÃO INTEGRATIVA**

RAIZA DE JESUS SANTOS

SALVADOR

2023



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA – CAMPUS I
CURSO DE FISIOTERAPIA (BACHARELADO)

**ALTERAÇÕES MUSCULOESQUELÉTICAS NO MEMBRO
INFERIOR DE PESSOAS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2:
REVISÃO INTEGRATIVA**

Trabalho apresentado à Universidade do Estado da Bahia como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Fisioterapia, elaborado por Raiza de Jesus Santos, sob orientação de Giovana Rossi Figueirôa.

SALVADOR

2023

“Fisioterapia é gratidão e missão. Felicidade por mais uma etapa vencida ao final de um dia. É a certeza de que vale a pena ser guardião do movimento do mundo.”

(Edgard Abbehusen)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me guiado, confortado, dado força e foco em todos os momentos difíceis que passei para a realização deste trabalho.

Agradeço, especialmente, a minha mãe Airenildes de Jesus Santos por ser meu motivo maior na escolha de seguir carreira na Fisioterapia, por acreditar em mim e ter me incentivado na conclusão deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos à minha orientadora, professora Giovana Rossi Figueirôa pelos ensinamentos, incentivo e companheirismo, que foram de suma importância para a construção e conclusão satisfatória deste trabalho. Sua garra, cuidado e atenção me inspiram como futura profissional.

Agradeço as minhas amigas de turma Amanda, Beatriz, Giovanna, Stefanie e Stephanie que fizeram o meu caminho ser mais leve, descontraído e de muito aprendizado.

Agradeço ao meu namorado Reinan Ataíde por todo apoio e suporte emocional, além da paciência e incentivo nos momentos mais difíceis.

Meus agradecimentos aos professores do curso de Fisioterapia da UNEB por todo conhecimento compartilhado ao longo dos anos que contribuíram para minha formação.

A todos que estiveram envolvidos direta ou indiretamente na minha formação, meu muito obrigada.

Dedico este trabalho a minha família e amigos que me incentivaram e contribuíram para meu crescimento e aprendizagem ao longo desta trajetória.

SUMÁRIO

Epígrafe..... i

Agradecimentos..... ii

Dedicatória..... iii

Folha de Rosto do Artigo..... iv

Resumo/Abstract..... v

Introdução..... 1

Material e métodos..... 2

Resultados..... 2

Discussão..... 3

Considerações Finais..... 7

Referências..... 8

Fluxograma..... 11

Tabelas..... 12

**ALTERAÇÕES MUSCULOESQUELÉTICAS NO MEMBRO
INFERIOR DE PESSOAS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2:
REVISÃO INTEGRATIVA**

**MUSCULOSKELETAL VARIATIONS IN THE LOWER LIMB
OF PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS:
INTEGRATIVE REVIEW**

Raiza de Jesus Santos¹. Giovana Rossi Figueirôa¹

¹Universidade do Estado da Bahia (UNEB)

Correspondência para:

Raiza de Jesus Santos

Rua Arthur Saldanha, nº 105, Eng. Velho da Federação

CEP: 40.220-165, Salvador, Bahia, Brasil

Tel.: (71) 98148-6519

E-mail: RaizaJ.Santos@hotmail.com

ALTERAÇÕES MUSCULOESQUELÉTICAS NO MEMBRO INFERIOR DE PESSOAS COM DIABETES MELLITUS TIPO 2: REVISÃO INTEGRATIVA

RESUMO

OBJETIVO: Revisar e sintetizar as evidências científicas acerca das alterações musculoesqueléticas que acometem o membro inferior de pessoas com Diabetes Mellitus do tipo 2 (DM2). **MATERIAL E MÉTODOS:** Trata-se de um estudo de revisão integrativa da literatura realizado com buscas nas bases de dados PubMed, ScienceDirect e Web of Science. As palavras-chave *Lower Extremity*, *Muscle*, *Muscle Atrophy*, *Diabetic Neuropathies*, *Diabetic foot* foram empregadas, assim como suas versões em português e espanhol. Os operadores booleanos *AND* e *OR* foram utilizados para combinar os termos e otimizar a busca. A coleta foi realizada no período compreendido entre março de 2022 a abril de 2023. Foram incluídos artigos originais, estudos transversais e um observacional do tipo coorte publicados nos últimos 10 anos. Artigos em que o objeto de pesquisa fossem tratamento medicamentoso e ou cirúrgico do DM2 e aqueles que não estivessem disponíveis na íntegra foram excluídos. **RESULTADOS:** Totalizou-se uma amostra final de 12 estudos cujos principais métodos de investigação das alterações musculoesqueléticas foram a ressonância magnética, ultrassonografia, tomografia computadorizada e biópsia. A idade variou de 56 a 75 anos e indivíduos do sexo masculino foram os mais acometidos. As principais alterações encontradas foram relacionadas ou não à neuropatia, tais como a degeneração de miofibras, o acúmulo de gordura, a redução de força e de massa muscular, principalmente nos músculos intrínsecos do pé gerando deformidade distal. **CONSIDERAÇÕES FINAIS:** Com base nos resultados deste estudo é possível afirmar que o DM2 causa alterações musculoesqueléticas que acometem o membro inferior, sendo mais presente nos pés.

Palavras-chave: Extremidade inferior; Músculo; Atrofia muscular; Neuropatias Diabéticas; Pé diabético.

MUSCULOSKELETAL VARIATIONS IN THE LOWER LIMB OF PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS: INTEGRATIVE REVIEW

ABSTRACT

OBJECTIVE: To review and synthesize the scientific evidence about the musculoskeletal alterations that affect the lower limbs of people with type 2 Diabetes Mellitus (DM2). **MATERIAL AND METHODS:** This is an integrative literature review carried out with searches in the PubMed, ScienceDirect and Web of Science databases. The keywords *Lower Extremity*, *Muscle*, *Muscle Atrophy*, *Diabetic Neuropathies*, *Diabetic foot* were used, as well as their Portuguese and Spanish versions. The Boolean operators *AND* and *OR* were used to combine terms and optimize the search. The collection was carried out in the period between March 2022 and June 2023. Original articles, cross-sectional studies and an observational cohort study published in the last 10 years were included. Articles in which the object of research was drug and/or surgical treatment of DM2 and those that were not available in full were excluded. **RESULTS:** A final sample of 12 studies was obtained whose main methods of investigation of musculoskeletal alterations were magnetic resonance imaging, ultrasonography, computed tomography and biopsy. Age ranged from 56 to 75 years and males were the most stricken. The main alterations found were related or not to neuropathy, such as myofiber degeneration, fat accumulation, reduction of strength and muscle mass, mainly in the intrinsic muscles of the foot, generating distal deformity. **FINAL CONSIDERATIONS:** Based on the results of this study, it is possible to state that DM2 causes musculoskeletal alterations that affect the lower limb, being more present in the feet.

Key-words: Lower Extremity; Muscle; Muscle Atrophy; Diabetic Neuropathies; Diabetic foot.

INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus do tipo dois (DM2) tem, dentre suas complicações secundárias, alterações musculoesqueléticas que geram redução da atividade muscular distal¹. Com a progressão do DM2, os altos níveis glicêmicos e/ou o descontrole metabólico, desencadeiam a Neuropatia Periférica Diabética (NPD) que leva a uma série de alterações estruturais e funcionais, principalmente, nos membros inferiores (MMII)^{1,2}.

Apesar da NPD ser uma complicação tardia, suas repercussões são significativas não apenas por ser a mais frequente, como por ser preditora de incapacidade ocasionada por déficit muscular, como a sarcopenia³ e atrofia⁴, acelerando a perda de força⁵, além da diminuição ou perda da sensibilidade protetora, que em associação, correspondem a dois terços dos fatores causais que levam a amputação não-traumática em membro inferior¹. Ocorre ainda, a redução da amplitude de movimento das articulações, do torque⁶ e o acometimento dos músculos intrínsecos do pé⁷, tal qual a musculatura de joelhos⁸ e tornozelos⁹.

Essas alterações causam assimetria e o surgimento de múltiplas deformidades distais, entre estas, as proeminências das cabeças dos metatarsos, dedos em garra ou martelo e retificação do arco plantar. Todos esses fatores afetam diretamente a mecânica da marcha, aumentando as pressões plantares, podendo acarretar o desenvolvimento de úlceras, culminando, por exemplo, no pé diabético (PD)^{6,10} que é caracterizado, pelo Grupo de Trabalho Internacional sobre Pé Diabético (GTIPD)¹¹, como uma das complicações mais graves do Diabetes Mellitus (DM).

Segundo a Federação Internacional de Diabetes¹², 537 milhões de pessoas em todo o mundo têm DM e, sem adoção de medidas preventivas e de promoção à saúde, esse número pode atingir o patamar de 643 milhões em 2030 e 783 milhões em 2045, sendo o DM2 mais prevalente, responsável por mais de 90% dos casos. Em 2021, o Brasil ocupou o 6º lugar, num ranking de 10 países ou territórios, em que a prevalência de DM na faixa etária entre 20 a 79 anos, totalizou em 15.7 milhões de pessoas¹².

Diante do crescente número de pessoas com DM em todo mundo e do conhecimento das complicações e alterações musculoesqueléticas que estão associadas à esta condição serem pouco exploradas na literatura, o objetivo foi revisar e sintetizar as evidências científicas acerca das alterações musculoesqueléticas que acometem o membro inferior de pessoas com Diabetes Mellitus do tipo 2.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de revisão integrativa da literatura sobre as alterações musculoesquelética no membro inferior de pessoas com diabetes mellitus do tipo dois e as bases de dados consultadas foram: PubMed; ScienceDirect e Web of Science. A coleta foi realizada no período compreendido entre março de 2022 a abril de 2023. A busca de dados foi efetuada por meio das seguintes palavras-chave: *Lower Extremity; Muscle; Muscle Atrophy; Diabetic Neuropathies; Diabetic foot*, assim como suas versões em português e espanhol. As palavras-chave foram baseadas nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e no Medical Subject Heading (MeSH), além do uso dos operadores booleanos *AND* e *OR* para combinar os termos de pesquisa e otimizar a busca.

Foram incluídos artigos originais, estudos transversais e um observacional do tipo coorte sobre alterações musculoesqueléticas em pessoas com diabetes mellitus publicados nos últimos 10 anos. Os artigos cujo objeto de pesquisa tenha sido tratamento medicamentoso e ou cirúrgico do DM e aqueles que não estivessem disponíveis na íntegra foram excluídos do presente estudo. Para seleção dos artigos foi utilizado o software Rayyan¹³, um aplicativo web, gratuito, desenvolvido pelo *Qatar Computing Research Institute* (QCRI) que auxilia os autores de revisão de literatura a realizar a seleção dos estudos de maneira mais rápida, confiável e segura.

RESULTADOS

A busca realizada nas bases de dados retornou 399 artigos, dos quais 28 foram encontrados na PubMed, 184 na ScienceDirect e 187 na Web of Science. Desse total, 16 foram excluídos devido a duplicidade, resultando em 383 para leitura dos títulos, dos quais 357 foram excluídos e 26 selecionados para avaliação da elegibilidade. Após leitura dos resumos, um artigo foi excluído pela força muscular avaliada não corresponder aos MMII e 13 por não avaliarem o comprometimento musculoesquelético, que é o propósito dessa revisão integrativa. A amostra final resultou em 12 artigos, que estão apresentados no fluxograma da Figura 1.

A Tabela 1 apresenta as características dos artigos selecionados que integram a presente revisão. Todos os artigos incluídos foram escritos em inglês, com ano de publicação entre 2014 e 2020. Quanto ao desenho dos estudos, 11 eram transversais^{3,4,7,14-21} destes, um prospectivo¹⁸, um retrospectivo¹⁹ e somente um estudo era observacional do tipo coorte⁵.

Em todos os estudos, a população foi composta por indivíduos com Diabetes Mellitus do tipo 2, com neuropatia periférica diabética associada^{3-5,7,16,18,20,21} ou sem esta complicação^{3,14-21}. A idade dos participantes variou de 56 a 75 anos e o sexo masculino foi o mais acometido^{3,5,7,14-16,18-21}. As complicações musculoesqueléticas secundárias a neuropatia periférica diabética^{3-5,7,16,18-21} foram as mais frequentes. Os objetivos propostos pelos artigos visaram determinar os efeitos do diabetes mellitus do tipo 2 nos membros inferiores.

Diferentes exames foram utilizados para a investigação e diagnóstico das alterações musculoesqueléticas, a saber: ressonância magnética^{14,15,18}, ultrassonografia^{7,20,21}, tomografia computadorizada¹⁹ e biópsia⁴. Para confirmar a presença da neuropatia, foi utilizado o teste de sensibilidade tátil com monofilamento Semmes Weinstein 10g^{17,19-21} sendo realizado em regiões plantares. Dentre as alterações musculoesqueléticas encontradas no membro inferior estão: degeneração das miofibras⁴, acúmulo de gordura nos grupos musculares da perna¹⁸, redução da força^{3,5,14} e massa muscular^{15,17}, principalmente nos músculos intrínsecos do pé^{7,20,21}, gerando deformidades nos pés¹⁹.

DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão integrativa sugerem que as alterações musculoesqueléticas associadas ao diabetes do tipo dois afetam o membro inferior. Considerada a complicação mais comum, a neuropatia periférica diabética é associada ao comprometimento micro e macrovascular, relacionada a duração da DM2 e ao mau controle glicêmico¹. Parasoglou et al.²², reportaram que a NPD é preditora de atrofia neurogênica, redução da contração e perda de massa muscular. Corroborando com esses resultados, Henderson et al.⁷, apontaram que ocorreu uma redução significativa dos tamanhos dos músculos de pessoas com NPD quando comparadas aos das pessoas sem esta complicação.

Esses achados estão em consonância com pesquisa realizada com 1.794 participantes que investigou a associação de perda de força e massa muscular com neuropatia periférica e função nervosa no DM2. Os autores sugeriram que a deterioração da função muscular estava associada a NPD, entretanto apenas detectada nas mulheres³. Em contraponto, Nomura et al.⁹ não encontraram diferença significativa entre homens e mulheres, na faixa etária de 30 a 49 anos, quando investigaram os fatores de risco para diminuição da força muscular no membro inferior de pessoas com DM2. Outras pesquisas realizadas demonstraram redução da força e resistência

muscular nos membros inferiores pacientes com diabetes quando comparados a indivíduos controles saudáveis^{8,14}.

Diferentes estudos apontaram a estreita relação entre o DM2 e neuropatia periférica, podendo esta última ser ou não responsável pelas alterações nos músculos^{3,4,6,7,15-17,20,21}. Kumar et al.²⁰ demonstraram, através do exame de ultrassonografia, que o comprometimento muscular estava presente tanto em pacientes com neuropatia quanto nos sem essa complicação. Ferreira et al.⁶, em estudo posterior, ao pesquisarem sobre o efeito da NPD na força muscular do membro inferior, verificaram que, independentemente da presença da NPD, os indivíduos com DM2 em estágios iniciais já apresentam diferenças na função muscular. Houve ainda a correlação de neuropatia e sarcopenia no estudo transversal realizado por Yang et al.¹⁶ em que a prevalência de sarcopenia nos indivíduos foi evidenciada. É aceitável a atribuição da neuropatia na ocorrência dessas alterações por seu comprometimento ser relacionado ao tempo de doença e longo período de exposição as complicações.

Foi possível verificar na literatura científica a utilização de diferentes recursos para o diagnóstico das alterações musculoesqueléticas e/ou suas repercussões no membro inferior de pessoas com diabetes mellitus tipo 2^{6,8,9,14,15,18,19,21,23,24-26}. O teste de função manual foi utilizado nos estudos de Sartor et al.²⁵ e Kataoka et al.²³. Em cinco estudos^{6,8,9,23,24} os autores recorreram ao dinamômetro e em dois^{26,27} ao goniômetro para investigarem a força e amplitude articular, respectivamente. A ressonância magnética foi utilizada nos estudos de Almurthi et al.¹⁴ Kataoka et al.¹⁵ e Stouge et al.¹⁸ para avaliação das alterações musculoesqueléticas, por este ser o exame de maior validade devido a sua alta sensibilidade e especificidade. Henderson et al.⁷ Kumar et al.²⁰ e Wang et al.²¹ utilizaram a ultrassonografia como recurso e, somente em um dos estudos, a tomografia computadorizada foi realizada¹⁹. A menor utilização de recursos como a ressonância magnética e tomografia computadorizada pode ser atribuída aos elevados custos na sua utilização, inviabilizando maior número de pesquisas e quanto a ultrassonografia, pela sua menor sensibilidade em relação aos dois anteriores.

Em relação aos segmentos afetados, os estudos retornaram acometimento no membro inferior e neste, os pés foram os mais comprometidos. Segundo Stouge et al.¹⁸ os extensores de joelho apresentaram um alto grau de fraqueza, assim como menor força muscular isocinética máxima. Em estudo transversal realizado com 1.442 participantes, de ambos os sexos, foi demonstrado que a neuropatia era o fator responsável pelo declínio da força de extensão do joelho (FEJ) em pessoas de meia-idade e idosas com DM2⁹. Com relação a flexão do joelho, Van et al.⁸

encontraram um resultado maior e melhor no grupo controle se comparado ao grupo com neuropatia sensorial e sensorio motora. Tais resultados podem ser amparados no estudo de Almurthi et al.¹⁴, no qual o volume e força muscular tanto dos extensores quanto dos flexores de joelho, tiveram redução na presença do DM2.

O tornozelo foi outro segmento analisado em estudo realizado por Jeong et al.²⁸, no qual evidenciaram que pessoas com neuropatia apresentam menor coordenação de movimento dessa articulação nos planos sagital e frontal. Hastings et al.²⁶, em estudo controlado randomizado, demonstraram que 83% dos participantes relataram algum tipo de limitação na função do tornozelo e 67% alegaram sentir dor ou incapacidade local. Os pés também foram objetos de pesquisa, como a realizada por Wang et al.²¹, que avaliaram o resultado da ultrassonografia de alta frequência de 106 pacientes chineses com e sem NPD. Como resultado, foi observado que o diâmetro transversal, a espessura e a área transversal do extensor curto dos dedos (ECD) e a espessura dos músculos do primeiro interstício (MPIs) em pacientes DM2 com NPD foram menores do que em pacientes DM2 sem NPD²¹.

Henderson et al.⁷, conduziram estudo com objetivo de avaliar os tamanhos dos músculos intrínsecos e extrínsecos dos pés e mensurar a força funcional desse segmento. Participaram da pesquisa 30 indivíduos do sexo masculino com diabetes, sendo que deste total, 15 tinham diagnóstico de NPD e a outra metade compôs o grupo controle. Foram realizadas medições nos seguintes músculos: abdutor do hálux, flexor curto dos dedos, quadrado plantar, extensor longo dos dedos, flexor curto do hálux, fibulares, tibial anterior e posterior e flexor longo dos dedos. As métricas de tamanho e força muscular foram comparadas entre os dois grupos, demonstrando existir uma redução de força e no tamanho de todos os músculos intrínsecos dos pés.

Entretanto, Kataoka et al.²³, em estudo transversal, avaliaram a força de pinçamento do dedo do pé de 40 participantes também do sexo masculino e DM2, concluíram que, apesar da força ter sido significativamente correlacionada com outros parâmetros de força muscular, essa correlação não foi tão forte²³. O fato das duas pesquisas terem incluído apenas participantes do sexo masculino, não se pode fazer associação dos achados aos homens, necessitando a realização de pesquisas similares, que utilizem os mesmos recursos, incluindo também participantes do sexo feminino.

Pacientes com neuropatia periférica apresentaram maior fraqueza tanto dos músculos plantiflexores¹⁸ quanto dos dorsiflexores⁸ quando comparados com pessoas sem a neuropatia. A qualidade e o controle do movimento são afetados drasticamente, bem como a absorção e transmissão de carga durante o processo de rolagem do pé. A distribuição heterogênea da pressão plantar promoverá um aumento do risco de ulceração nos pés²⁵. Essas alterações plantares causam fragilidade muscular distal, podendo ser preditora de complicações decorrente do estresse mecânico, levando a ocorrência de feridas nos pés, que são capazes de progredir para úlceras e pé diabético¹¹.

Barn et al.¹⁰ evidenciaram que as regiões plantares do antepé e mediopé foram as que mais sofreram variações de pressões, contribuindo com proeminência das cabeças metatarsais, dedos em garra e mais significativamente, com a deformidade de Charcot e retificação do arco plantar. Para Kimura et al.¹⁹, dedos em garra são resultados da diminuição do volume da musculatura intrínseca do pé de pessoas com neuropatia. Essas deformidades tem potencial para provocar a formação de úlceras plantares que comumente evoluem para a amputação de parte do membro. Anualmente, mais de um milhão de pessoas com diabetes são submetidas a amputação em pelo menos um segmento do membro inferior. A estimativa é de que a cada 20 segundos uma amputação de membro inferior seja realizada em algum lugar do mundo¹¹. O motivo desses dados serem tão preocupantes pode ser a falta de adoção de medidas preventivas para população diabética.

De acordo com Martinelli et al.²⁴, a presença de neuropatia em pacientes com diabetes pode repercutir na marcha, reduzindo a velocidade da passada, assim como o comprimento do ciclo, aumentando a duração do tempo de apoio. Para Sartor et al.²⁵ as anormalidades na biomecânica fisiológica da marcha ocorrem pelo descontrole glicêmico prolongado, pelos danos que a ativação muscular sofre. Corroborando com esses resultados, Andersen et al.²⁹ concluíram que, nesses pacientes ocorre o aumento do risco de queda e, como consequente, o comprometimento do equilíbrio. Todavia, Wu et al.³⁰ apontaram que as alterações ocorrem em pacientes diabéticos com idade avançada e diminuição da força muscular dos membros inferiores, afetando a função do equilíbrio estático e dinâmico. Essa perda de equilíbrio é justificável, uma vez que as complicações do DM2 também podem reverberar em alterações da marcha.

Embora Parasoglou et al.²² terem assegurado que não existem terapias que previnam ou evitem o progresso da neuropatia, também apoiaram que há uma gama de estudos que acataram os exercícios aeróbicos como benéficos para o controle glicêmico e a sensibilidade à insulina. É o

que foi evidenciado no ensaio controlado randomizado realizado por Vrátná et al.³¹ no qual trouxeram como resultado que o programa de exercícios intervencionistas de 12 semanas se mostrou relativamente seguro, resultando em melhora da flexibilidade corporal e aumento da força muscular. Gholami et al.³² utilizaram a mesma quantidade de semanas para avaliar o efeito que os exercícios teriam na condução neural de MMII, obteve como resultado a melhora da função condutiva dos nervos, particularmente no nervo sensitivo sural ao final da 12ª semana. No entanto, não foram encontradas mudanças na amplitude de potencial de ação dos nervos sensorial sural, motor fibular e tibial. Contudo, Cox et al.³³ sugeriram que um programa de oito semanas foi suficiente para reduzir a dor musculoesquelética, mas não os sintomas neuropáticos. Essa melhora pode ser motivada pelo exercício ser uma forma de gasto metabólico, influenciando positivamente a redução dos índices glicêmicos.

Este estudo tem como vantagens a sintetização das evidências científicas acerca das alterações musculoesqueléticas que acometem o membro inferior de pessoas com DM2, assim como a obtenção de informações sobre quais os músculos mais afetados pela doença. A possível limitação do estudo deve-se pelo fato da temática focada nas alterações musculoesqueléticas serem pouco estudadas na população diabética.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados deste estudo é possível afirmar que o Diabetes Mellitus do tipo 2 causa alterações musculoesqueléticas que acometem o membro inferior, sendo mais presente nos pés. O comprometimento está relacionado a neuropatia periférica diabética, que é responsável por causar perda de força e massa muscular, tais que, em conjunto, tem como consequência anormalidades na biomecânica fisiológica da marcha e aumento de pressão plantar, elevando o risco de ulceração e amputação. Espera-se que, com os resultados desta pesquisa, os profissionais de saúde possam incluir esse tema em sua agenda, assim como estimular o debate acerca do mesmo. Devido ao crescente número de pessoas com DM2 em todo mundo, observa-se a necessidade de novos estudos que abordem esse tema e possam trazer novas informações sobre a doença e suas repercussões musculoesqueléticas.

REFERÊNCIAS

1. Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes Sociedade Brasileira de Diabetes 2020. 2020. 338-349. [acesso em 2022 Mai 4]. Disponível em: <https://portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br/biblioteca/diretrizes-da-sociedade-brasileira-de-diabetes-2019-2020/>
2. Fernando M, Crowther R, Lazzarini P, Sangla K, Cunningham M, Buttner P, et al. Biomechanical characteristics of peripheral diabetic neuropathy: A systematic review and meta-analysis of findings from the gait cycle, muscle activity and dynamic barefoot plantar pressure. *Clin Biomech*. 2013 Oct;28(8):831–45.
3. Zhang Y, Shen X, He L, Zhao F, Yan S. Association of sarcopenia and muscle mass with both peripheral neuropathy and nerve function in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2020 Apr;162:108096.
4. Bohnert KL, Hastings MK, Sinacore DR, Johnson JE, Klein SE, McCormick JJ, et al. Skeletal Muscle Regeneration in Advanced Diabetic Peripheral Neuropathy. *Foot & Ankle International*. 2020 Feb 14;41(5):536–48.
5. Nomura T, Kawae T, Kataoka H, Ikeda Y. Loss of lower extremity muscle strength based on diabetic polyneuropathy in older patients with type 2 diabetes: Multicenter Survey of the Isometric Lower Extremity Strength in Type 2 Diabetes: Phase 2 study. *Journal of Diabetes Investigation*. 2020 Aug 12;
6. Ferreira JP, Sartor CD, Leal ÂMO, Sacco ICN, Sato TO, Ribeiro IL, et al. The effect of peripheral neuropathy on lower limb muscle strength in diabetic individuals. *Clinical Biomechanics*. 2017 Mar;43:67–73.
7. Henderson AD, Johnson AW, Rasmussen LG, Peine WP, Symons SH, Scoresby KA, et al. Early-Stage Diabetic Neuropathy Reduces Foot Strength and Intrinsic but Not Extrinsic Foot Muscle Size. *Journal of Diabetes Research*. 2020 Mar 12; 2020:1–9.
8. Van Eetvelde BLM, Lapauw B, Proot P, Vanden Wyngaert K, Celie B, Cambier D, et al. The impact of sensory and/or sensorimotor neuropathy on lower limb muscle endurance, explosive and maximal muscle strength in patients with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Diabetes and its Complications*. 2020 Jun;34(6):107562.
9. Nomura T, Ishiguro T, Ohira M, Ikeda Y. Diabetic polyneuropathy is a risk factor for decline of lower extremity strength in patients with type 2 diabetes. *Journal of Diabetes Investigation*. 2017 May 6;9(1):186–92.
10. Barn R, Waaijman R, Nollet F, Woodburn J, Bus SA. Predictors of Barefoot Plantar Pressure during Walking in Patients with Diabetes, Peripheral Neuropathy and a History of Ulceration. *PLOS ONE*. 2015 Feb 3;10(2):e0117443.

11. International Working Group on the Diabetic Foot. IWGDF Guidelines [base de dados na Internet]. 2019 - [acesso em 2022 Mai 5]. Disponível em: <https://iwgdfguidelines.org/guidelines/guidelines/>
12. International Diabetes Federation. Diabetes Atlas 10th edition [base de dados na Internet]. 2021 - [acesso em 2022 Mai 4]. Disponível em: <http://www.diabetesatlas.org>
13. Rayyan – Intelligent Systematic Reviews [Internet]. Rayyan. 2022 [acesso 19 Apr 2022]. Disponível em: <https://www.rayyan.ai/>
14. Almurdhhi MM, Reeves ND, Bowling FL, Boulton AJM, Jeziorska M, Malik RA. Reduced Lower-Limb Muscle Strength and Volume in Patients With Type 2 Diabetes in Relation to Neuropathy, Intramuscular Fat, and Vitamin D Levels. *Diabetes Care*. 2016 Jan 6;39(3):441–7.
15. Kataoka H, Miyatake N, Kitayama N, Murao S, Tanaka S. An exploratory study of relationship between lower-limb muscle mass and diabetic polyneuropathy in patients with type 2 diabetes. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*. 2020 Feb 14;19(1):281–7.
16. Yang Q, Zhang Y, Zeng Q, Yang C, Shi J, Zhang C, et al. Correlation Between Diabetic Peripheral Neuropathy and Sarcopenia in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus and Diabetic Foot Disease: A Cross-Sectional Study. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*. 2020 Feb;Volume 13:377–86.
17. Zhang Y, Ren L, Zheng F, Zhuang X, Jiang D, Chen S, et al. Correlation between lower extremity arterial disease and skeletal muscle mass in patients with type 2 diabetes mellitus. *Journal of International Medical Research*. 2020 Mar;48(3):030006051989748.
18. Stouge A, Khan KS, Kristensen AG, Tankisi H, Schlaffke L, Froeling M, et al. MRI of Skeletal Muscles in Participants with Type 2 Diabetes with or without Diabetic Polyneuropathy. *Radiology*. 2020 Dec;297(3):608–19.
19. Kimura T, Thorhauer ED, Kindig MW, Shofer JB, et al. Neuropathy, claw toes, intrinsic muscle volume, and plantar aponeurosis thickness in diabetic feet. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2020 Jul 23;21(1).
20. Kumar CGS, Rajagopal KV, Hande HM, Maiya AG, Mayya SS. Intrinsic foot muscle and plantar tissue changes in type 2 diabetes mellitus. *Journal of Diabetes*. 2015 Mar 24;7(6):850–7.
21. Wang X, Chen L, Liu W, Su B, Zhang Y. Early Detection of Atrophy of Foot Muscles in Chinese Patients of Type 2 Diabetes Mellitus by High-Frequency Ultrasonography. *Journal of Diabetes Research*. 2014;2014:1–6.
22. Parasoglou P, Rao S, Slade JM. Declining Skeletal Muscle Function in Diabetic Peripheral Neuropathy. *Clinical Therapeutics*. 2017 Jun;39(6):1085–103. 1.

23. Kataoka H, Miyatake N, Kitayama N, Murao S, Kohi F, Tanaka S. Relationship of toe pinch force to other muscle strength parameters in men with type 2 diabetes. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 2016 Feb 15;21(4):179–85.
24. Martinelli AR, Mantovani AM, Nozabiel AJL, Ferreira DMA, Barela JA, Camargo MR de, et al. Muscle strength and ankle mobility for the gait parameters in diabetic neuropathies. *The Foot*. 2013 Mar;23(1):17–21.
25. Sartor CD, Hasue RH, Cacciari LP, Butugan MK, Watari R, Sacco ICN, et al. Effects of strengthening, stretching and functional training on foot function in patients with diabetic neuropathy: results of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2014 Apr 27;15(1).
26. Hastings MK, Jeong HJ, Sorensen CJ, Zellers JA, Chen L, Bohnert KL, et al. Relationships within and between lower and upper extremity dysfunction in people with diabetes. *The Foot*. 2020 Sep;44:101680.
27. Merriwether EN, Hastings MK, Mueller MJ, et al. Static and Dynamic Predictors of Foot Progression Angle in Individuals with and without Diabetes Mellitus and Peripheral Neuropathy. *Ann Gerontol Geriatr Res*. 2016 Nov;3(2):1038.
28. Jeong H-J, Cha B, Zellers JA, Chen L, Hastings MK. Midfoot and ankle movement coordination during heel rise is disrupted in people with diabetes and peripheral neuropathy. *Clinical Biomechanics*. 2022 Jun;96:105662.
29. Andersen H. Motor dysfunction in diabetes. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*. 2012 Jan 23;28:89–92.
30. Wu R, Zhang Y, Bai J-J, Sun J, Bao Z-J, Wang Z. Impact of lower limb muscle strength on walking function beyond aging and diabetes. *Journal of International Medical Research*. 2020 Jun;48(6):030006052092882.
31. Vrátná E, Husáková J, Jarošíková R, Dubský M, Wosková V, Bém R, et al. Effects of a 12-Week Interventional Exercise Programme on Muscle Strength, Mobility and Fitness in Patients With Diabetic Foot in Remission: Results From BIONEDIAN Randomised Controlled Trial. *Frontiers in Endocrinology*. 2022 Jul 5;13.
32. 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. *Neurophysiologie Clinique*. 2018 Sep;48(4):195–202.
33. Cox ER, Gajanand T, Burton NW, Coombes JS, Coombes BK. Effect of different exercise training intensities on musculoskeletal and neuropathic pain in inactive individuals with type 2 diabetes – Preliminary randomised controlled trial. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2020 Jun;164:108168.

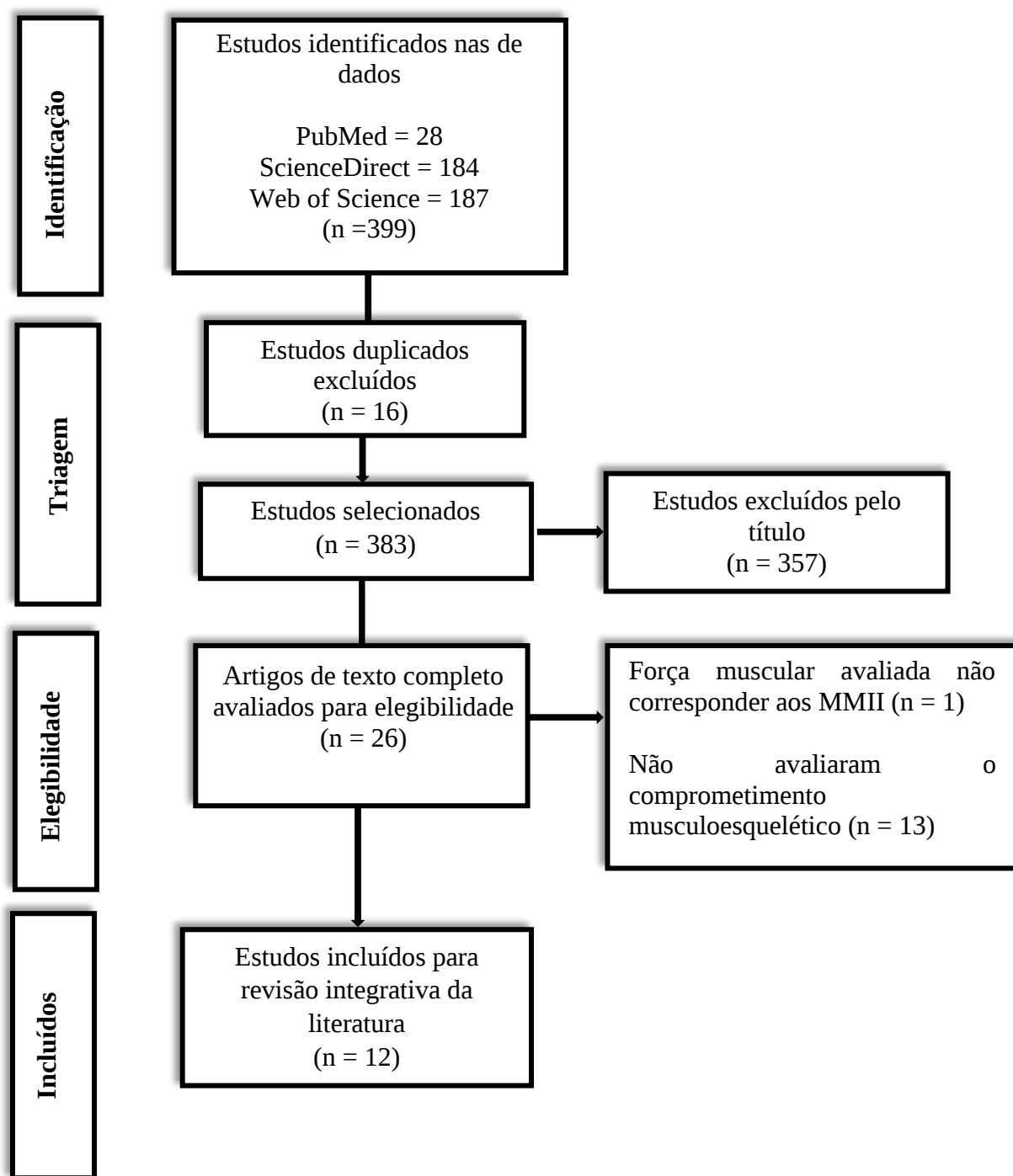


Figura 1. Fluxograma da seleção dos estudos que compõem a revisão, baseado no modelo PRISMA.

Tabela 1. Características dos artigos selecionados sobre alterações musculoesqueléticas associadas ao Diabetes Mellitus do tipo 2.

AUTOR/ANO/PERIÓDICO	OBJETIVO	DESENHO DE ESTUDO/ POPULAÇÃO	PRINCIPAIS RESULTADOS	CONCLUSÕES/DESECHOS
Henderson et al., 2020, Journal of Diabetes Research	Avaliar os tamanhos individuais dos músculos intrínsecos e extrínsecos do pé e a força funcional do pé em participantes com NPD.	Estudo transversal/15 participantes do sexo masculino diagnosticados com diabetes mellitus e neuropatia (NPD) e 15 controles saudáveis do sexo masculino.	Foi encontrada uma diminuição do tamanho de todos os músculos intrínsecos do pé que foram medidos (QP, AH, FCD e FCH) em NPD, enquanto, apenas um (EDP) dos seis músculos extrínsecos era menor.	Os tamanhos dos músculos das pessoas com NPD foram significativamente menores do que os músculos das pessoas sem NPD medidos, afetando os músculos intrínsecos antes dos extrínsecos.
Bohnert et al., 2020, Foot & Ankle International	Determinar o estado degenerativo e a capacidade regenerativa residual do músculo em NPD.	Estudo transversal/7 pessoas do sexo feminino com diabetes e neuropatia periférica (NPD) e 5 pessoas do sexo feminino que eram controles metabolicamente normais (CMN) sem diabetes ou neuropatia.	As biópsias de indivíduos com NPD exibiram extensa evidência de patologia. Dos músculos NPD avaliados AH e GM apresentaram atrofia de miofibras localizada, assim como substituição fibrosa e infiltração gordurosa. A prevalência entre os músculos foi maior em AH do que em músculos GM.	A análise histológica revelou evidências de degeneração e regeneração contínua nos músculos NPD. A degeneração das miofibras acompanha a atrofia nos músculos das extremidades inferiores em indivíduos com NPD.
Almurdhi et al., 2016, Diabetes Care	Quantificar objetivamente a força e o tamanho muscular em pacientes com diabetes mellitus tipo 2 (DM2) em relação à gravidade da neuropatia, tecido intramuscular não contrátil (TINC) e deficiência de vitamina D.	Estudo transversal/20 pacientes com DM2 e 20 controles saudáveis.	As forças musculares de joelho e tornozelo foram significativamente menores em pacientes com DM2 em comparação com o grupo controle. O volume muscular dos extensores do joelho e flexores, assim como a força muscular, foram significativamente menores em pacientes DM2. O TINC aumentou nos músculos sóleo (P = 0,006), dorsiflexor (P = 0,005) e gastrocnêmio lateral (P = 0,05) em pacientes DM2.	Pacientes com DM2 têm redução proximal e força muscular distal dos membros inferiores comparado com o controle.

Legenda: NPD: Neuropatia Periférica Diabética; QP: Quadrado plantar; AH: Abdutor do hálux; FCD: Flexor curto dos dedos; FCH: Flexor curto do hálux; EDP: Extensor do dedo do pé; CMN: Controles metabolicamente normais; GM: Gastrocnêmio médio; DM2: Diabetes Mellitus do tipo 2; TINC: Tecido intramuscular não contrátil.

Tabela 1. Características dos artigos selecionados sobre alterações musculoesqueléticas associadas ao Diabetes Mellitus do tipo 2. (Continuação)

AUTOR/ANO/PERIÓDICO	OBJETIVO	DESENHO DE ESTUDO/ POPULAÇÃO	PRINCIPAIS RESULTADOS	CONCLUSÕES/DESECHOS
Stouge et al., 2020, Radiology	Avaliar anormalidades do músculo esquelético em participantes com DM2 com ou sem NPD por meio de ressonância magnética.	Estudo transversal prospectivo/ 20 pessoas saudáveis, 20 pacientes diabéticos do tipo 2 sem NPD e 20 pacientes diabéticos do tipo 2 com NPD.	A força muscular isocinética máxima foi menor em extensores de joelho, flexores plantares e flexores dorsais nos indivíduos com NPD, se comparados a NPD-negativos e pessoas saudáveis. Em contrapartida, força muscular intrínseca dos flexores plantares foi menor, exceto em participantes saudáveis. Flexores plantares tiveram maior grau de fraqueza com base no desvio padrão do valor médio esperado (-1.9 ± 1.1) seguidos pelos extensores do joelho ($-1,8 \pm 1,3$) e flexores dorsais ($-1,2 \pm 1,5$). Não houve diferenças ao comparar a força muscular intrínseca para os demais grupos musculares.	A ressonância magnética dos grupos musculares da perna revelou acúmulo de gordura, diferenças na composição da água e alterações estruturais em participantes com diabetes mellitus tipo 2 e neuropatia. As anormalidades foram mais pronunciadas nos flexores plantares.
Kataoka et al., 2020, Journal of Diabetes & Metabolic Disorders	Comparar a massa muscular dos membros inferiores (massa muscular da coxa [MMC] e massa muscular da perna [MMP]) em pacientes diabéticos do tipo 2 com e sem polineuropatia diabética (PND).	Estudo transversal/130 pacientes de ambos os sexos com diabetes tipo 2.	O MMC (MMC/peso corporal) e MMP (MMP / peso corporal) foram significativamente menores em pacientes diabéticos tipo 2 com PND do que naqueles sem PND. A PND foi relacionada a redução da massa muscular da coxa e da parte inferior da perna	A PND está intimamente relacionada com MMC e MMP.
Yang et al., 2020, Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy	Determinar as relações entre sarcopenia e neuropatia periférica diabética (NPD) em pacientes com diabetes mellitus tipo 2 (DM2) e doença do pé diabético (DPD), respectivamente.	Estudo transversal/1.104 pacientes com DM2 e 257 pacientes com DPD.	Pacientes DM2 com sarcopenia têm uma prevalência significativamente maior de NPD do que pacientes sem sarcopenia. O estudo sugeriu que NPD é um fator de risco independente para sarcopenia.	NPD pode ser um importante fator de risco para sarcopenia em pacientes com DM2, especialmente em pacientes com DPD.

Legenda: MMC: massa muscular da coxa; MMP: massa muscular da perna; PND: Polineuropatia diabética; DPD: Doença do pé diabético.

Tabela 1. Características dos artigos selecionados sobre alterações musculoesqueléticas associadas ao Diabetes Mellitus do tipo 2. (Continuação)

AUTOR/ANO/PERIÓDICO	OBJETIVO	DESENHO DE ESTUDO/ POPULAÇÃO	PRINCIPAIS RESULTADOS	CONCLUSÕES/DESECHOS
Kimura et al., 2020, BMC Musculoskeletal Disorders	Explorar as relações entre deformidade do dedo em garra, neuropatia periférica, volume muscular intrínseco e espessura da aponeurose plantar usando imagens de tomografia computadorizada (TC) de pés diabéticos.	Estudo transversal retrospectivo/40 indivíduos diabéticos do tipo 2 selecionados aleatoriamente que tinham ou não neuropatia periférica.	As garras nos dedos dos pés neuropáticos indicam uma diminuição da musculatura intrínseca. Indivíduos com neuropatia e deformidade em garra do dedo do pé teve AP mais espessa em comparação com o dedo do pé sem garra neuropática.	A presença de dedos em garra foi significativamente associada a menor volume muscular intrínseco apenas para aqueles com neuropatia.
Kumar et al., 2015, Journal of Diabetes	Avaliar as mudanças do pé diabético usando ultrassonografia musculoesquelética de frequência para medir a espessura dos músculos do pé e espessura do tecido plantar sob os metatarsos.	Estudo transversal/30 indivíduos com DM2 (com e sem neuropatia periférica) e 30 Indivíduos controles.	Ocorreu uma redução significativa na espessura da fásia plantar no DM2 com e sem NPD em comparação com NDM ($p<0,001$). Diferença significativa na espessura da pele plantar em indivíduos com DM2 com e sem NP em comparação com indivíduos NDM sob 1º, 2º, 3º, 4º e 5º metatarsos ($p<0,001$).	Redução significativa na espessura do músculo intrínseco do pé e espessura do tecido plantar em indivíduos com DM2 com e sem NPD em comparação com indivíduos sem diabetes mellitus (NDM).
Wang et al., 2014, Journal of Diabetes Research	Avaliar o valor diagnóstico da ultrassonografia de alta frequência na detecção de atrofia dos músculos do pé em pacientes chineses com diabetes mellitus tipo 2 (DM2).	Estudo transversal/106 pacientes chineses com DM2, sendo 56 NPD, 50 sem e 50 indivíduos do grupo controle.	O diâmetro transversal ultrassonográfico, a espessura e a área transversal do extensor curto dos dedos (ECD) e a espessura dos músculos do primeiro interstício (MPIs) em pacientes de DM2 com NPD foram significativamente menores do que aqueles em pacientes de DM2 sem DPN (todos $< 0,01$) e aqueles em indivíduos controle (todos $< 0,01$).	A atrofia muscular do pé ocorre em pacientes diabéticos, incluindo aqueles sem NPD, o que pode ser detectado por exame ultrassonográfico e medição em ECD e MPIs.
Nomura et al, 2020, Journal of Diabetes Investigation	Investigar longitudinalmente os efeitos aparentes da NPD na força muscular de membros inferiores.	Estudo observacional do tipo coorte/51 pacientes NPD e 54 não NPD ($68,9 \pm 5,6$ e $70,2 \pm 5,9$ anos, respectivamente).	NPD reduziu a força muscular do membro inferior (FMMI) em pacientes idosos com DM2 em 4 anos, assim como diminuição da mobilidade. NPD foi um fator independente acelerando a perda de força muscular. A prevalência de Síndrome Locomotiva (LS) foi relacionada a força de extensão do joelho (KEF).	Diminuição da mobilidade em 41% e 65% nos grupos não NPD e NPD, respectivamente. NPD afetou significativamente as mudanças na força de extensão do joelho (KEF).

Legenda: TC: Tomografia computadorizada; NDM: Indivíduos sem diabetes mellitus; ECD: Extensor curto dos dedos; MPI: Músculos do primeiro interstício; FMMI: Força muscular do membro inferior; LS: Síndrome Locomotiva; KEF: Força de extensão do joelho.

Tabela 1. Características dos artigos selecionados sobre alterações musculoesqueléticas associadas ao Diabetes Mellitus do tipo 2. (Continuação)

AUTOR/ANO/PERIÓDICO	OBJETIVO	DESENHO DE ESTUDO/ POPULAÇÃO	PRINCIPAIS RESULTADOS	CONCLUSÕES/DESFECHOS
Zhang et al, 2020, Diabetes Research and Clinical Practice	Investigar a associação de sarcopenia e massa muscular com neuropatia periférica e função nervosa no diabetes mellitus tipo 2.	Estudo transversal/1.794 pacientes (937 homens e 857 mulheres) com DM2 e idade média de 60 anos.	Sarcopenia e NPD exibiram uma estreita associação. A deterioração da função muscular foi associada a NPD, mas que essa associação foi encontrada apenas em mulheres.	O aumento da massa muscular pode melhorar as velocidades parciais motoras e sensoriais da condução nervosa.
Zhang et al, 2020, Retrospective Clinical Research Report	Avaliar a massa muscular esquelética em pacientes com DM2 e doença arterial dos membros inferiores (DAMMI) concomitante e determinar a contribuição da massa muscular esquelética para doenças cardiovasculares.	Estudo transversal/112 pacientes com DM2.	A massa muscular esquelética foi menor em pacientes com DM2 e Doença Arterial de Membros Inferiores (DAMI) concomitante do que em pacientes com DM2 que não apresentam DAMI.	O estudo demonstrou que o Índice de Massa Muscular (IMM) foi significativamente menor em pacientes com DM2 e DAMI concomitante do que em pacientes com DM2 isoladamente. IMM se mostrou como um importante fator de risco para DAMI.

Legenda: DAMMI: Doença arterial dos membros inferiores; IMM: Índice de Massa Muscular.