

Função neurovascular periférica prejudicada: uma teoria de médio alcance para avaliação de pessoas com diabetes – uma revisão integrativa

Impaired peripheral neurovascular function: a middle-range theory for assessing people with diabetes – an integrative review
Función neurovascular periférica deteriorada: teoría de alcance medio para la evaluación de personas con diabetes: revisión integradora

Maickol Jhoel Tirado Castro¹  <https://orcid.org/0000-0003-2801-2487>

Marcos Venícios de Oliveira Lopes¹  <https://orcid.org/0000-0001-5867-8023>

Viviane Martins da Silva¹  <https://orcid.org/0000-0002-8033-8831>

Reinaldo Gutierrez Barreiro²  <https://orcid.org/0000-0002-1027-9012>

Como citar:

Castro MJ, Lopes MV, Silva VM, Barreiro RG. Função neurovascular periférica prejudicada: uma teoria de médio alcance para avaliação de pessoas com diabetes – uma revisão integrativa. Acta Paul Enferm. 2026;39:eAPE000901.

DOI

<http://dx.doi.org/10.37689/acta-ape/2026AR000901>



Descritores

Diabetes *mellitus*; Angiopatas diabéticas; Neuropatias diabéticas; Etiologia; Sinais e sintomas

Keywords

Diabetes *mellitus*; Diabetic angiopathy; Diabetic neuropathies; Etiology; Signs and symptoms

Descriptores

Diabetes *mellitus*; Angiopatías diabéticas; Neuropatías diabéticas; Etiología; Signos y síntomas

Submetido

7 de Abril de 2025

Aceito

8 de Outubro de 2025

Autor correspondente

Maickol Jhoel Tirado Castro
E-mail: tiradomaickol@gmail.com

Editora Associada

Camilla Takao Lopes
(<https://orcid.org/0000-0002-6243-6497>)
Escola Paulista de Enfermagem, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Disponibilidade dos dados:

Os dados da pesquisa estão disponíveis no artigo.

Resumo

Objetivo: Construir uma teoria de médio alcance para o diagnóstico de enfermagem “Função Neurovascular Periférica Prejudicada” em pacientes diabéticos.

Métodos: A teoria foi construída em seis etapas: definição da abordagem para construção teórica; definição dos modelos conceituais a serem incluídos; definição dos principais conceitos; elaboração de um pictograma; formulação de proposições; e estabelecimento de relações causais e evidências para a prática.

Resultados: A teoria incorporou 14 fatores etiológicos e 16 indicadores clínicos. Além disso, seis condições associadas do diagnóstico de risco da NANDA International foram homologadas para a construção teórica. Um pictograma foi desenvolvido, e oito proposições para fatores etiológicos e cinco para indicadores clínicos foram formuladas para verificar relações causais e evidências para a prática.

Conclusão: Este estudo levou ao desenvolvimento de uma teoria de médio alcance para o diagnóstico de enfermagem “Função Neurovascular Periférica Prejudicada” em pacientes com diabetes, incorporando fatores etiológicos, indicadores clínicos, um pictograma e relações causais entre os conceitos.

Abstract

Objective: To construct a middle-range theory for the “Impaired Peripheral Neurovascular Function” nursing diagnosis in diabetic patients.

Methods: The theory was constructed in six stages: defining the approach to theory construction; defining the conceptual models to be included; defining the main concepts; constructing a pictogram; formulating propositions; and establishing causal relationships and evidence for practice.

Results: The theory incorporated 14 etiological factors and 16 clinical indicators. Additionally, six associated conditions from risk diagnosis in NANDA International were homologated for theory construction. A pictogram was developed, and eight propositions for etiological factors and five for clinical indicators were formulated to verify causal relationships and evidence for practice.

Conclusion: This study led to the development of a middle-range theory for the “Impaired Peripheral Neurovascular Function” nursing diagnosis in patients with diabetes, incorporating etiological factors, clinical indicators, a pictogram, and causal relationships among concepts.

Resumen

Objetivo: Elaborar una teoría de alcance medio para el diagnóstico de enfermería “Función neurovascular periférica alterada” en pacientes diabéticos.

¹Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

²Surcolombiana University, Neiva, HU, Colômbia.

Conflitos de interesse: não há conflitos a declarar.

Métodos: La teoría se construyó en seis etapas: definición del enfoque para la construcción teórica, definición de los modelos conceptuales que se incluirían, definición de los conceptos principales, elaboración de un pictograma, formulación de proposiciones y establecimiento de relaciones causales y evidencias para la práctica.

Resultados: La teoría incorporó 14 factores etiológicos y 16 indicadores clínicos. Además, se homologaron seis condiciones asociadas al diagnóstico de riesgo de NANDA International para la construcción teórica. Se elaboró un pictograma y se formularon ocho proposiciones para los factores etiológicos y cinco para los indicadores clínicos con el fin de verificar las relaciones causales y las evidencias para la práctica.

Conclusión: Este estudio condujo al desarrollo de una teoría de alcance medio para el diagnóstico de enfermería “Función neurovascular periférica alterada” en pacientes con diabetes, que incorporó factores etiológicos, indicadores clínicos, un pictograma y relaciones causales entre los conceptos.

Introdução

Diabetes mellitus (DM) é uma doença metabólica causada por fatores genéticos, ambientais, socioeconômicos e demográficos. A Federação Internacional de Diabetes classifica o DM como uma das doenças de crescimento mais rápido deste século. Nas últimas três décadas, o número de pessoas com DM quadruplicou em todo o mundo, com projeção de atingir 643 milhões até 2030 e 783 milhões até 2045.⁽¹⁾ A exposição prolongada a um ambiente hiperglicêmico danifica os sistemas macro e microvasculares, contribuindo para complicações como infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral, doença arterial periférica, nefropatia, retinopatia e neuropatia diabética.⁽²⁾

A neuropatia periférica é uma das complicações mais comuns do DM, definida como sinais e sintomas de disfunção nervosa periférica que afetam os nervos motores e sensoriais do sistema nervoso periférico.⁽³⁾ É uma das principais causas de dor crônica, podendo evoluir para perda de sensibilidade nos membros inferiores.⁽⁴⁾ As consequências da neuropatia podem ser graves, incluindo úlceras nos pés, amputações maiores, quedas, lesões intracranianas e redução da qualidade de vida.⁽⁵⁾

Entre os diagnósticos de enfermagem associados a esse fenômeno, a NANDA International (NANDA-I) inclui o diagnóstico “Risco de Disfunção Neurovascular Periférica”, localizado no Domínio 11 (Segurança e Proteção), Classe 2 (Lesão Física). Este é um diagnóstico focado no risco definido como “risco de alteração na circulação, sensibilidade e movimento de um membro”.⁽⁶⁾ No entanto, a construção de uma estrutura diagnóstica focada no problema torna este estudo particularmente inovador: primeiro, porque tal diagnóstico ainda não existe na taxonomia de enfermagem, e

segundo, porque um dos componentes-chave dessa abordagem diagnóstica inclui fatores relacionados que podem ser direta e independentemente abordados pelos profissionais de enfermagem.

Intervenções independentes que profissionais de enfermagem podem implementar, as quais são consideradas transversais à luz dos fatores etiológicos descritos na literatura, tais como educação do paciente, exercícios prescritos, promoção de exercício, orientações dietéticas e modificação de comportamento, têm sido identificadas. Essas intervenções conduzidas por enfermeiros têm demonstrado efetividade na melhoria dos resultados antropométricos, promovendo adesão a hábitos alimentares saudáveis e à atividade física, reduzindo complicações associadas à resposta humana em estudo e, consequentemente, melhorando a qualidade de vida dos pacientes.⁽⁷⁾

Além disso, o diagnóstico de risco existente na taxonomia da NANDA-I atualmente carece de nível de evidência que sustente sua validade. Se não houver desenvolvimento adicional para atingir o nível 2.1 (nível conceitual), ele será removido na próxima edição. Adicionalmente, o desenvolvimento desta teoria contribuirá para o avanço da ciência da enfermagem, ao apoiar o desenvolvimento do raciocínio clínico, da tomada de decisão baseada em evidências, e de sua aplicação e expansão em torno dos cenários de pesquisa, acadêmico e clínico.

Para preencher essa lacuna, alguns estudiosos sugerem métodos de validação de diagnósticos de enfermagem, tais como utilizar uma teoria de médio alcance (TMA), a qual é definida como um conjunto de ideias inter-relacionadas que focam sobre uma dimensão particular do conhecimento de enfermagem, abrangendo um número limitado de conceitos e proposições, descritas em nível concreto e diretamente relacionadas à pesquisa e à prática.⁽⁸⁾ Assim,

ao construir uma TMA, este estudo desenvolverá um gradiente teórico para identificar os elementos etiológicos e as características clínicas de “Função Neurovascular Periférica Prejudicada” (FNPP) e estabelecer relações causais que expliquem a ocorrência dessa resposta humana.⁽⁸⁾

Métodos

Um estudo de validade teórico-causal que possibilitou a construção de uma TMA para o diagnóstico de enfermagem “Função Neurovascular Periférica Prejudicada” (FNPP), no contexto de pacientes com DM, com base em revisão integrativa da literatura. O processo seguiu o modelo proposto por Lopes, Silva e Herdman, adaptado de Roy, e foi dividido em seis etapas: definir a abordagem para construção da teoria; selecionar os modelos conceituais a serem incluídos; identificar os principais conceitos; construir um pictograma; formular proposições; e estabelecer relações causais e evidências para a prática.^(8,9) Cada etapa está descrita a seguir.

Definição da abordagem para construção da teoria

Uma TMA foi desenvolvida por meio da análise dos elementos que constituem o fenômeno da FNPP, tais como atributos essenciais, antecedentes clínicos e consequências. Para completar a TMA, três modelos foram aplicados: o modelo de validade diagnóstica baseado em uma abordagem teórico-causal; o modelo clínico-epidemiológico por meio de testes diagnósticos; e o modelo de raciocínio clínico fundamentado em uma estrutura de causalidade. Esses modelos foram integrados por meio de conceitos compartilhados, possibilitando a identificação da estrutura diagnóstica e o estabelecimento de relações causais entre os conceitos envolvidos na resposta humana em estudo.^(8,10)

Para formulação da questão norteadora da pesquisa, a estratégia PCC foi adaptada ao contexto do estudo, na qual P se refere à população (pacientes diagnosticados com DM), C, ao conceito (FNPP), e C, ao contexto (fatores etiológicos e manifestações clínicas).⁽¹¹⁾ Baseado nisto, a questão de pesquisa foi

definida como a seguir: Quais são os fatores etiológicos e as manifestações clínicas de FNPP em pacientes diabéticos?

Em resposta a essa questão, uma busca bibliográfica foi conduzida nas seguintes bases de dados LILACS, Scopus, Web of Science (WoS) e PubMed. Os descritores foram selecionados a partir dos tesouros de ciências da saúde DeCS/MeSH, incluindo Nursing Diagnosis, Diabetes, Etiology, Causality, Signs and Symptoms, Risk Factors, Diabetic Complications, Angiopathy e Diabetic Neuropathy. Os operadores booleanos AND e OR foram utilizados para combinar os termos de busca. As estratégias de busca podem ser visualizadas no Quadro 1.

Estudos primários e secundários abordando o conceito de FNPP em pacientes diabéticos atendidos em qualquer cenário clínico, independentemente de idade, sexo, etnia ou comorbidades foram incluídos. Não foram aplicadas restrições quanto ao período de tempo ou idioma. Cartas ao editor e artigos de opinião foram excluídos.

Para assegurar a qualidade da seleção dos artigos e minimizar o viés de seleção, pelo menos dois revisores independentes avaliaram todos os estudos. A decisão para incluir ou excluir um estudo foi tomada baseada numa revisão de títulos e resumos. Nos casos de divergência entre os dois revisores, um terceiro revisor foi consultado para alcançar uma resolução.

Após a revisão dos títulos e resumos, os artigos selecionados foram analisados na íntegra para assegurar a conformidade com os critérios de elegibilidade. A extração dos dados se concentrou na identificação de elementos que contribuíssem para a compreensão e estruturação do construto diagnóstico FNPP e seus aspectos associados. Adicionalmente, fatores de risco e condições atualmente descritas no diagnóstico de risco existente na taxonomia da NANDA-I foram considerados para o desenvolvimento da TMA.

Definição dos principais conceitos

Para desenvolver uma TMA, três conceitos principais foram utilizados: função neurovascular, que constitui o núcleo conceitual do diagnóstico; ante-

Quadro 1. Estratégias de busca utilizadas nas bases de dados

Base de dados	Estratégia de busca	Filtros
LILACS	(angiopatias) OR (neuropatias) AND (etiologia) OR (causalidad) AND (signos y sintomas) Date: August 13, 2024	Sem limite de tempo ou idioma
Scopus	"Diabetic angiopathies" OR "diabetic neuropathies" AND causality OR etiology AND risk factors Date: August 15, 2024	
PubMed	((("Diabetic Neuropathies/etiology"[Mesh] OR "Diabetic Neuropathies/nursing"[Mesh])) AND ("Diabetic Angiopathies/etiology"[Mesh] OR "Diabetic Angiopathies/nursing"[Mesh])) AND "Signs and Symptoms"[Mesh]) AND "Causality"[Mesh] Date: August 13, 2024	
WoS	("diabetic angiopathy" OR "diabetic neuropathies") AND (etiology OR causality) AND ("signs and symptoms" OR "Risk factors") Date: August 20, 2024	

cedentes clínicos, que predispoem à ocorrência da resposta humana; e consequências, que representam as manifestações clínicas do diagnóstico observadas em pacientes com DM. Dois pesquisadores participaram independentemente na identificação desses conceitos ao revisar o texto completo dos artigos incluídos na amostra. Os elementos diagnósticos (fatores relacionados, características definidoras e condições associadas) descritos na taxonomia da NANDA-I, juntamente com novos elementos obtidos da revisão da literatura, foram incorporados à estrutura da TMA.⁽⁸⁾

Construção do pictograma

Para melhorar a compreensão dos conceitos primários da TMA para a FNPP, um pictograma foi desenvolvido para facilitar a interpretação dos conceitos principais identificados na revisão da literatura. Esse diagrama explica graficamente as inter-relações entre os antecedentes, o fenômeno em estudo e as manifestações clínicas, a partir da perspectiva de um diagnóstico de enfermagem como um produto do raciocínio clínico. O diagrama de Ishikawa foi utilizado para representar visualmente as relações entre conceitos chave do diagnóstico “FNPP”, incluindo etiologia e indicadores clínicos. Os fatores etiológicos foram categorizados baseados na hierarquia causal de Lopes e Silva — fatores precipitantes, incapacitantes, predisponentes e reforçadores. A estrutura da NANDA-I para diagnósticos focados no problema — fatores relacionados, condições associadas e populações de risco — também foi integrada ao diagrama.⁽¹⁰⁾

Formulação das proposições

Com base nos achados da revisão da literatura, estas foram divididas em proposições relacionadas aos fatores etiológicos e proposições associadas aos indicadores clínicos, com o objetivo de construir relações explicativas para os conceitos vinculados à TMA do diagnóstico “FNPP”. Essas proposições constituem a base para o estabelecimento de relações causais que predizem o fenômeno em estudo.

Estabelecimento das relações causais e evidências para a prática

O modelo de Lopes, Silva e Herdman (2017) foi empregado para definir modelos causais para explicar relações de causalidade. Esse modelo descreve seis tipos de organização causal (linear, gatilho, efeito dominó, efeito borboleta, salto quântico e causas suficientes), o qual permitiu a análise das relações entre os elementos do fenômeno em estudo no contexto da prática de enfermagem, facilitando a compreensão do diagnóstico “FNPP”.⁽⁸⁾

Resultados

A busca na literatura identificou 434 artigos científicos, distribuídos em quatro bases de dados: LILACS (131), Scopus (86), WoS (136) e PubMed (80). Um total de 18 artigos duplicados foi excluído utilizando o software Rayyan. Subsequentemente, os títulos e resumos de 416 artigos foram revisados para identificar elementos antecedentes e consquências relacionados ao fenômeno em estudo, levando à exclusão de 378 artigos que não estavam relacionados à disfunção neurovascular periférica. Na segunda fase de revisão de texto completo, 38 artigos foram retidos, e critérios de elegibilidade foram aplicados, resultando na exclusão de oito artigos por razões detalhadas na Figura 1. Finalmente, a amostra consistiu de um total de 30 artigos utilizados para a extração dos conceitos.

Definição dos principais conceitos

Após a revisão da literatura, antecedentes e consequências de FNPP foram identificados. Catorze fatores etiológicos foram encontrados: seis precipi-

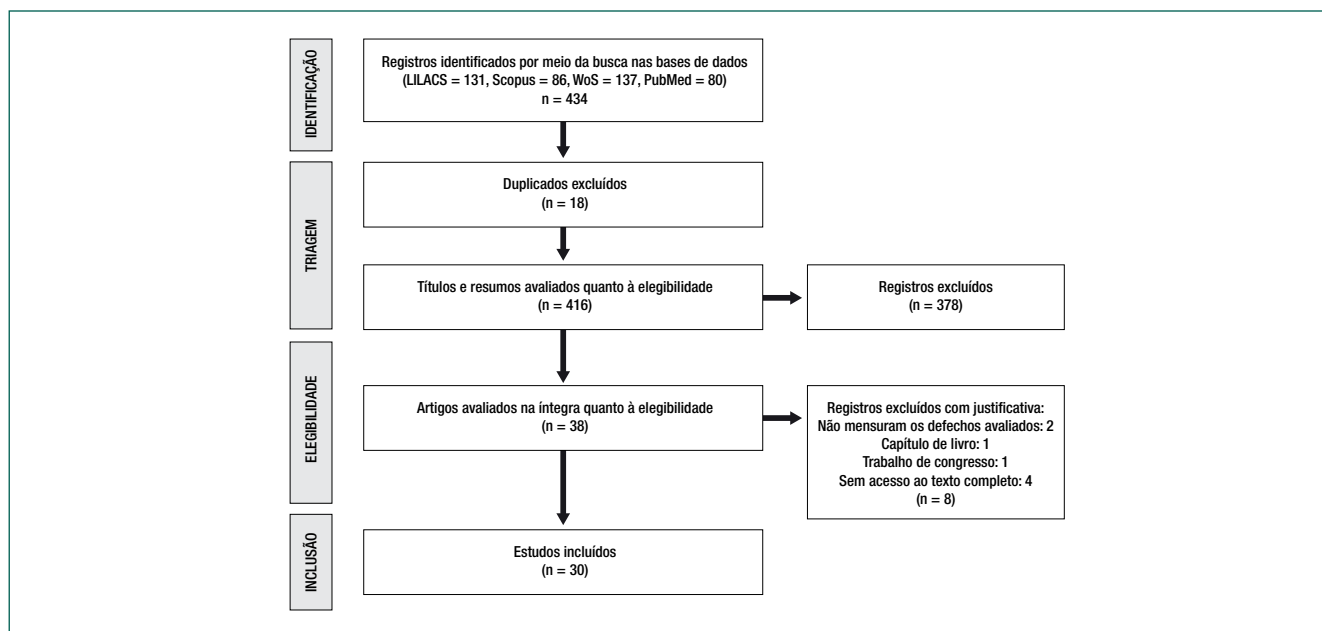


Figura 1. Diagrama de fluxo do processo de seleção dos estudos

tantes, quatro predisponentes e quatro reforçadores, nenhum fator incapacitante. Adicionalmente, a estrutura axiológica da NANDA-I revelou cinco fatores relacionados, três populações de risco e seis condições associadas. Fatores relacionados incluíam controle glicêmico inadequado, obesidade, dislipidemia, tabagismo e deficiência de vitamina D, como mostrado apresentado no Quadro 2. O diagnóstico de risco da NANDA-I inclui sete fatores de risco e 11 condições associadas. Após a revisão, seis condições (aterosclerose, DM, infecção, obstrução vascular, feridas) mostraram-se consistentes com os achados da literatura; basicamente, condições associadas foram as mesmas descritas nos resultados empíricos da revisão sobre pacientes diabéticos, contribuindo para a TMA. As demais condições foram excluídas por serem inespecíficas à população estudada.

Construção do pictograma

Para organização da teoria, quatro tipos de relações causais foram identificadas na literatura e categorizadas, de acordo com Lopes e Silva, como a seguir: fatores precipitantes (duração do DM > 10 anos, síndrome metabólica, doença arterial periférica, hipertensão, estresse oxidativo e obesidade); fatores predisponentes (idade > 60 anos, sexo masculino, estatura e tabagismo); e fatores reforçadores (controle

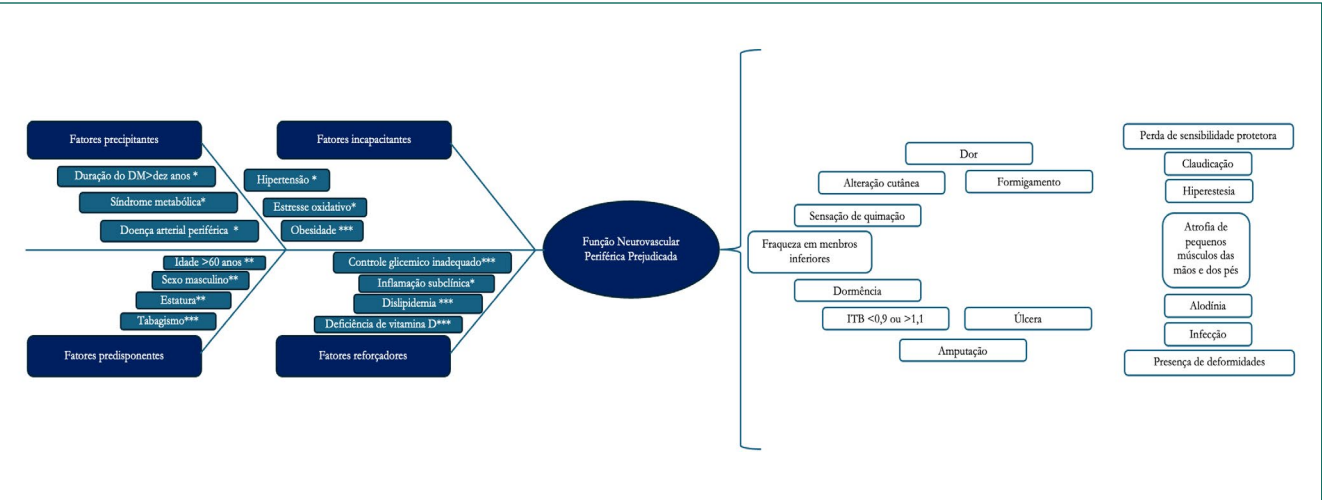
Quadro 2. Classificação dos conceitos relacionados à resposta humana função neurovascular periférica prejudicada

Diagnóstico função neurovascular periférica prejudicada: revisão integrativa	
Fatores etiológicos	
Idade >60 anos ^(5,12-21)	Síndrome metabólica ^(12,22-25)
Sexo masculino ^(5,15,17,26)	Hipertensão ^(12,13,15,17-20,24-27)
Estatura ^(5,12,14,24,28)	Doença arterial periférica ⁽⁹⁾
Duração do DM >dez anos ^(5,14-19,21,22,24,26,28-31)	Dislipidemia ^(4,12-14,16,18,19,21,23-27,31-33)
Controle glicêmico inadequado ^(4,12-21,23-29,31,33-36)	Obesidade ^(2,5,12,17-20,23-26,32,37)
Estresse oxidativo ^(12,18,23,25)	Tabagismo ^(14,18,19,25,29,38)
Inflamação subclínica ^(4,12,18,20)	Deficiência de vitamina D ^(12,27)
Indicadores clínicos	
Formigamento ^(15,19,21,22,24,28,31,36)	Alodínia ^(18,19,21,28,36)
Dormência ^(15,28,31)	Dor ^(18,19,21,24,27,28,31)
Hiperestesia ⁽²²⁾	Sensação de queimação ^(15,22,24,27,36)
Perda da sensibilidade protetora ^(5,18,19,24,28,29)	Fraqueza em membros inferiores ^(19,24,28)
Atrofia de pequenos músculos de mãos e pés ^(19,28)	Presença de deformidades ^(15,28)
Claudicação ⁽¹⁵⁾	Índice tornozelo-braquial <0,9 ou >1,1 ⁽²⁹⁾
Alteração da pele ^(15,22,28)	Ulceração ^(5,15,19,24,28)
Infecção ^(15,28)	Amputação ^(5,15)

glicêmico inadequado, inflamação subclínica, dislipidemia e deficiência de vitamina D). Nenhum achado foi identificado para fatores incapacitantes.⁽¹⁰⁾

Formulação das proposições

Conceitos antecedentes foram classificados em fatores precipitantes (iniciando a cadeia causal), fatores predisponentes (aumentando a suscetibilidade), fatores incapacitantes (dificultando a recuperação)



Nota: *Condições associadas; **População em risco; ***Fatores relacionados. Fatores precipitantes: representam fatores que iniciam a cadeia causal. Fatores predisponentes: levam ao aumento da suscetibilidade ao diagnóstico de enfermagem. Fatores incapacitantes: interferem na recuperação ou na promoção da saúde. Fatores reforçadores: amplificam o efeito de uma condição clínica existente.

Figura 2. Diagrama de causa e efeito dos fatores etiológicos da função neurovascular periférica prejudicada

e fatores reforçadores (amplificando condições existentes) para estabelecer uma hierarquia causal (Figura 2).⁽¹⁰⁾

Proposições para os fatores etiológicos

A ocorrência de doenças crônicas, tais como DM, hipertensão arterial e doença arterial periférica, podem precipitar a deterioração da função neurovascular periférica por meio da ativação de diversos mecanismos fisiopatológicos que afetam os sistemas vascular e nervoso. A cronicidade de determinadas condições, como DM com duração superior a 10 anos, pode comprometer a condução nervosa e o fluxo sanguíneo relacionado à exposição prolongada de níveis elevados de glicose, potencialmente precipitando a deterioração da função neurovascular periférica. Idade > 60 anos e sexo masculino podem aumentar a suscetibilidade ao diagnóstico “FNPP”, devido ao declínio progressivo das funções neurológicas. Da mesma forma, a estatura pode predispor os indivíduos à expressão do diagnóstico, devido ao padrão dependente do comprimento de envolvimento das fibras nervosas no nível axonal. O desenvolvimento da obesidade pode levar à disfunção endotelial, que, por sua vez, pode desencadear microangiopatias associadas à disfunção das pequenas fibras nervosas. Isto é considerado um fator que pode iniciar a cadeia causal de FNPP. Fatores

comportamentais, tais como fumar, aumentam a suscetibilidade ao diagnóstico, atuando como um fator de risco independente relacionado aos danos endoteliais, ativação de processos inflamatórios e formação de trombos. Controle inadequado de parâmetros clínicos, como controle glicêmico, dislipidemia e inflamação subclínica, amplificam o fenômeno em estudo, ao exacerbar a deterioração da microcirculação e prejudicar a função nervosa periférica. Níveis reduzidos de marcadores de estresse oxidativo, como óxido nítrico causam maior dano oxidativo ao DNA em indivíduos com DM tipo 2, levando a dificuldades nos processos de relaxamento do músculo liso das paredes vasculares. Isto é, portanto, um fator precipitante da FNPP. Deficiência de vitamina D é considerada um fator que amplifica o efeito de FNPP, uma vez que uma de suas funções inclui estimular a produção do fator de crescimento neural, o qual exerce efeito neuroprotetor.

Proposições para os indicadores clínicos

A redução do fluxo vascular periférico causada por fatores mecânicos, ambientais e/ou comorbidades, afeta o sistema nervoso, levando à parestesia, perda da sensibilidade protetora, sensação de queimação, dormência e câimbras. Envolvimento do sistema nervoso relacionado a fatores fisiopatológicos, como hiperglicemia associada ao DM com duração supe-

rior a dez anos, pode resultar em deformidades nos membros inferiores (dedos em garra ou em marte-lo), alterações cutâneas (pele seca, fissurada ou brilhante, redução da umidade), atrofia de pequenos músculos e fraqueza nos membros inferiores, como manifestações motoras graves do fenômeno estudado. Doença arterial periférica e tabagismo comprometem o sistema nervoso e a microvasculatura, levando à disfunção neurovascular periférica por meio de processos infecciosos, ulceração dos membros inferiores e até amputação. Instabilidade glicêmica, microcirculação cutânea alterada e densidade das fibras nervosas reduzida podem estar na gênese da dor, alodinia e hiperestesia no contexto da FNPP. O desenvolvimento de aterosclerose relacionada a fatores tais como doença arterial periférica, idade superior a 60 anos e síndrome metabólica, manifesta-se como sinais e sintomas clínicos, como Índice Tornozelo-Braquial $<0,9$ ou $>1,1$ e claudicação, os quais representam consequências que definem a disfunção neurovascular periférica.

Discussão

A TMA é composta por 14 fatores etiológicos e 16 indicadores clínicos. Como esperado, os indicadores clínicos estão fortemente associados com FNPP, e a literatura destaca estes indicadores como os mais frequentemente observados em pacientes com DM.

Por isso, entre os fatores etiológicos de função neurovascular prejudicada, destaca-se a DM, a qual, quando combinada com a hipertensão arterial, pode levar a complicações crônicas tais como neuropatia e doença vascular periférica, contribuindo para úlceras nos pés e potenciais amputações de membros inferiores. Em pessoas com DM, duração da doença e hiperglicemia estão ligadas a neuropatia periférica, com cada aumento de 1% na HbA1c elevando o risco de complicações microvasculares.⁽¹²⁾

A hiperglicemia altera o transporte de íons nas vias neurais, prejudicando a condução nervosa e o fluxo sanguíneo.⁽²⁸⁾ Idade superior a 60 anos é um fator de risco independente para a polineuropatia diabética, cuja prevalência aumenta progressivamente com a idade.⁽¹²⁾ Estatura também exerce in-

fluência relacionado à natureza comprimento-dependente das fibras nervosas; indivíduos mais altos, com fibras nervosas mais longas, são mais suscetíveis a lesões nervosas.^(12,14)

A dislipidemia reduz a densidade das fibras mielinizadas, contribuindo para polineuropatia diabética e disfunção neurovascular periférica.⁽¹²⁾ A obesidade pode desencadear doenças microvasculares, como neuropatia, por meio da disfunção endotelial. Indivíduos obesos frequentemente apresentam disfunção das fibras nervosas pequenas, com prejuízo na percepção dolorosa e redução da vasodilatação.^(12,37) A dislipidemia também leva à perda progressiva de fibras nervosas via lipotoxicidade dos ácidos graxos livres.⁽²⁰⁾

A síndrome metabólica, composta por hiperlipidemia, hipertensão, obesidade e resistência à insulina, é um fator de risco para disfunção neurovascular, frequentemente manifestando-se como alterações sensoriais distais ou dor em queimação.⁽²²⁾ O tabagismo aumenta o estresse oxidativo, prejudica a sinalização da insulina e estimula produtos finais de glicação avançada, relacionando-se a doenças vasculares. Isto pode se manifestar como claudicação, Índice Tornozelo-Braquial anormal, úlceras, infecções e possíveis amputações.⁽³⁸⁾

A vitamina D desempenha um papel crucial na estimulação da secreção do fator de crescimento neural. O fator de crescimento neural é uma proteína derivada do tecido-alvo que regula o fenótipo e a sensibilidade das fibras nociceptivas. Sua deficiência pode levar ao desenvolvimento de neuropatia diabética clínica de fibras pequenas, manifestando-se por queimação, dores como choque elétrico nos pés e pernas, e hipersensibilidade ao contato.⁽²⁷⁾

Por fim, complicações microvasculares estão associadas ao controle glicêmico inadequado e, consequentemente, com o início da neuropatia periférica. Os mecanismos etiopatogênicos propostos incluem glicação não enzimática aumentada de proteínas estruturais nervosas ou alterações vasculares com hipóxia endoneural relacionadas a microangiopatia.⁽¹³⁾

Para as enfermeiras, compreender antecedentes e consequências do diagnóstico é uma ferramenta chave para o desenvolvimento do raciocínio clínico na identificação da resposta humana. Esse conheci-

mento possibilita a implementação de intervenções autônomas direcionadas à mitigar complicações associadas ao diagnóstico e melhoria da qualidade de vida.

Entre os indicadores clínicos, a neuropatia periférica é o tipo mais comum de neuropatia, afetando cerca de 50% das pessoas com DM. Envolve os nervos motores e sensoriais, com alterações precoces nas fibras não mielinizadas tipo “C”, levando à perda de sensibilidade distal, dor, hipersensibilidade e alodinia, primariamente relacionada à degeneração axonal.⁽¹⁸⁾

A neuropatia periférica diabética simétrica tipicamente é iniciada com sintomas sensoriais nos artelhos, progredindo proximalmente em um padrão semelhante a uma meia. Em casos avançados, pode afetar as mãos, provocando atrofia muscular e fraqueza dos membros.⁽¹⁹⁾ A perda sensorial pode passar despercebida até o aparecimento de úlceras nos pés. Cerca de um terço dos indivíduos afetados relata sintomas desagradáveis nos membros inferiores, incluindo formigamento, queimação, dor em pontadas, alodinia, ou sensações como pés inchados ou pernas frias. Alguns descrevem caminhar como se estivessem pisando em pedras ou em areia quente.⁽¹⁹⁾

Muitos também vivenciam dor neuropática, frequentemente pior à noite, interrompendo o sono e causando fadiga. Nesse contexto, a dor crônica pode levar à depressão e ansiedade.⁽³⁶⁾ Além disso, os mecanismos de dor neuropática diabética não estão totalmente esclarecidos, mas podem envolver alterações nos canais de sódio e cálcio, mudanças nos neuropeptídeos, brotamento simpático, degeneração axonal, lesão das fibras pequenas, flutuações de glicose sanguínea, densidade de fibras nervosas intraepidérmicas reduzida, e disfunção autonômica.⁽³⁶⁾

Finalmente, os indicadores clínicos do fenômeno em estudo podem ser identificados por profissionais de enfermagem durante a entrevista com o paciente e exame físico. Esse processo facilita a tomada de decisão baseada em evidências e o desenvolvimento de um plano de cuidados alinhado às necessidades individuais da pessoa assistida. Embora uma variedade de indicado-

res clínicos tenham sido descritos, alguns como formigamento, dor e perda da sensibilidade protetora, são os mais frequentemente relatados na literatura.

Este estudo apresenta algumas limitações quanto ao escopo da TMA proposta. Como foi desenvolvida especificamente para pacientes adultos com DM, deve-se ter cautela ao considerar seu uso em outras patologias ou fases do ciclo vital. Nesses casos, a literatura de apoio deve ser ampliada e adaptada para ajustar-se ao contexto clínico ou populacional específico.

Conclusões

A metodologia utilizada para construir a base teórica para o diagnóstico de FNPP permitiu a identificação de 14 fatores etiológicos e 16 indicadores clínicos, bem como o estabelecimento de relações causais entre os conceitos, contribuindo para o desenvolvimento da disciplina e fornecendo, às enfermeiras, ferramentas para um julgamento clínico baseado em evidências. Baseado na revisão da literatura, oito proposições referentes aos fatores etiológicos e cinco proposições relacionadas aos indicadores clínicos do diagnóstico FNPP foram formuladas. Finalmente, a validade de diagnósticos de enfermagem por meio de metodologias mais robustas, tais como a construção de uma TMA, fornece uma base sólida para o desenvolvimento de níveis de evidência para validade diagnóstica, essencial para as fases de validade subsequentes.

Agradecimentos

Este estudo faz parte da tese de doutorado do primeiro autor no Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, Brasil. Agradeço sinceramente ao meu orientador pela orientação na concretização deste artigo e pelas inestimáveis contribuições da disciplina de análise crítica de teorias de enfermagem. Este estudo não recebeu financiamento para sua execução.

Referências

- International Diabetes Federation (IBF). Facts & figures. Belgium: IDF; 2021 [cited 2024 Oct 21]. Available from: <https://idf.org/about-diabetes/diabetes-facts-figures/>
- Guo N, Shi H, Zhao H, Abuduani Y, Chen D, Chen X, et al. Causal relationships of lifestyle behaviours and body fat distribution on diabetic microvascular complications: a Mendelian randomization study. *Front Genet.* 2024;15:1381322.
- van Netten JJ, Bus SA, Apelqvist J, Chen P, Chuter V, Fitridge R, Game F, Hinchliffe RJ, Lazzarini PA, Mills J, Monteiro-Soares M, Peters EJG, Raspovic KM, Senneville E, Wukich DK, Schaper NC; International Working Group on the Diabetic Foot. Definitions and criteria for diabetes-related foot disease (IWGDF 2023 update). *Diabetes Metab Res Rev.* 2024;40(3):e3654.
- Forsberg E, Xu C, Grünler J, Frostegård J, Tekle M, Brismar K, et al. Coenzyme Q10 and oxidative stress, the association with peripheral sensory neuropathy and cardiovascular disease in type 2 diabetes mellitus. *J Diabetes Complications.* 2015;29(8):1152–8.
- Hicks CW, Wang D, Windham BG, Matsushita K, Selvin E. Prevalence of peripheral neuropathy defined by monofilament insensitivity in middle-aged and older adults in two US cohorts. *Sci Rep.* 2021;11(1):19159.
- Herdman H, Kamitsuru S, Lopes C. NANDA-I International Nursing Diagnoses: Definitions & Classification, 2024-2026. 13th ed. Thieme; 2024. 684 p.
- García-Rodríguez R, Vázquez-Rodríguez A, Bellahmar-Lkadiri S, Salomonte-Rodríguez A, Siverio-Díaz AR, De Paz-Pérez P, et al. Effectiveness of a nurse-led telehealth intervention to improve adherence to healthy eating and physical activity habits in overweight or obese young adults. *Nutrients.* 2024;16(14):2217.
- de Oliveira Lopes MV, da Silva VM, Herdman TH. Causation and validation of nursing diagnoses: a middle range theory. *Int J Nurs Knowl.* 2017;28(1):53–9.
- Harnegie MP. Generating middle range theory: from evidence to practice by sister callista roy with the roy adaptation association. *J Hosp Librariansh.* 2015;15(3):342–3.
- Lopes MV, Silva VM. Métodos avançados de validação de diagnósticos de enfermagem. In: Secad A, editor. PRONANDA Programa de atualização em diagnósticos de enfermagem. Porto Alegre: Artmed; 2016. p. 9–51.
- Pollock D, Davies EL, Peters MD, Tricco AC, Alexander L, McInerney P, et al. Undertaking a scoping review: a practical guide for nursing and midwifery students, clinicians, researchers, and academics. *J Adv Nurs.* 2021;77(4):2102–13.
- Papanas N, Ziegler D. Risk factors and comorbidities in diabetic neuropathy: an update 2015. *Rev Diabet Stud.* 2015;12(1-2):48–62.
- Borge VM, De LH, Morena LA, Castro Dufourny I, Martínez AF, Pallardo Sánchez LF. Factores de riesgo y pie diabético. *Anales de Medicina Interna (Madrid).* 2007;24(6):263–6.
- Corrêa-Giannella ML, Vieira SM. [Genetic susceptibility to microangiopathy development in Type 1 diabetes mellitus]. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2008;52(2):375–86. Portuguese.
- Al-Maskari F, El-Sadig M. Prevalence of risk factors for diabetic foot complications. *BMC Fam Pract.* 2007;8(1):59.
- Pradeepa R, Anjana RM, Unnikrishnan R, Ganesan A, Mohan V, Rema M. Risk factors for microvascular complications of diabetes among South Indian subjects with type 2 diabetes—the Chennai Urban Rural Epidemiology Study (CURES) Eye Study-5. *Diabetes Technol Ther.* 2010;12(10):755–61.
- Olamoyegun M, Ibraheem W, Iwuala S, Audu M, Kolawole B. Burden and pattern of micro vascular complications in type 2 diabetes in a tertiary health institution in Nigeria. *Afr Health Sci.* 2015;15(4):1136–41.
- Arora K, Tomar PC, Mohan V. Diabetic neuropathy: an insight on the transition from synthetic drugs to herbal therapies. *J Diabetes Metab Disord.* 2021;20(2):1773–84.
- Tesfaye S. Recent advances in the management of diabetic distal symmetrical polyneuropathy. *J Diabetes Investig.* 2011;2(1):33–42.
- Javed S, Hayat T, Menon L, Alam U, Malik RA. Diabetic peripheral neuropathy in people with type 2 diabetes: too little too late. *Diabet Med.* 2020;37(4):573–9.
- Baldimtsi E, Amezcua S, Ulander M, Hyllienmark L, Olausson H, Ludvigsson J, et al. HbA_{1c} and the risk of developing peripheral neuropathy in childhood-onset type 1 diabetes: a follow-up study over 3 decades. *Diabetes Metab Res Rev.* 2024;40(5):e3825.
- Hovaguimian A, Gibbons CH. Diagnosis and treatment of pain in small-fiber neuropathy. *Curr Pain Headache Rep.* 2011;15(3):193–200.
- Lupachyk S, Watcho P, Obrosova AA, Stavnichuk R, Obrosova IG. Endoplasmic reticulum stress contributes to prediabetic peripheral neuropathy. *Exp Neurol.* 2013;247:342–8.
- Strand N, Anderson MA, Attanti S, Gill B, Wie C, Dawodu A, et al. Diabetic Neuropathy: pathophysiology Review. *Curr Pain Headache Rep.* 2024;28(6):481–7.
- Smith AG, Singleton JR. Impaired glucose tolerance and neuropathy. *Neurologist.* 2008;14(1):23–9.
- Isomaa B, Henricsson M, Almgren P, Tuomi T, Taskinen MR, Groop L. The metabolic syndrome influences the risk of chronic complications in patients with type II diabetes. *Diabetologia.* 2001;44(9):1148–54.
- Shillo P, Selvarajah D, Greig M, Gandhi R, Rao G, Wilkinson ID, et al. Reduced vitamin D levels in painful diabetic peripheral neuropathy. *Diabet Med.* 2019;36(1):44–51.
- Kles KA, Vinik AI. Pathophysiology and treatment of diabetic peripheral neuropathy: the case for diabetic neurovascular function as an essential component. *Curr Diabetes Rev.* 2006;2(2):131–45.
- Singh N, Armstrong DG, Lipsky BA. Preventing foot ulcers in patients with diabetes. *JAMA.* 2005;293(2):217–28.
- Ito T, Nishimura C, Takahashi Y, Saito T, Omori Y. The level of erythrocyte aldose reductase: a risk factor for diabetic neuropathy? *Diabetes Res Clin Pract.* 1997;36(3):161–7.
- Gorson KC, Ropper AH. Additional causes for distal sensory polyneuropathy in diabetic patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2006;77(3):354–8.
- Bigna JJ, Bahebeck J, Sobngwi E, Mbanya JC. Metabolic syndrome for sub-Saharan Africans diabetes with peripheral arterial disease: a case-control study. *BMC Res Notes.* 2014;7:104.
- Wang Y, Zhang H, Wang Z, Geng Z, Liu H, Yang H, et al. Therapeutic effect of nerve growth factor on cerebral infarction in dogs using the hemisphere anomalous volume ratio of diffusion-weighted magnetic resonance imaging. *Neural Regen Res.* 2012;7(24):1873–80.
- Jia Y, Long D, Yang Y, Wang Q, Wu Q, Zhang Q. Diabetic peripheral neuropathy and glycemic variability assessed by continuous glucose monitoring: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Res Clin Pract.* 2024;213:111757.
- Verrotti A, Giuva PT, Morgese G, Chiarelli F. New trends in the etiopathogenesis of diabetic peripheral neuropathy. *J Child Neurol.* 2001;16(6):389–94.

36. Tesfaye S, Vileikyte L, Rayman G, Sindrup SH, Perkins BA, Baconja M, Vinik AI, Boulton AJ; Toronto Expert Panel on Diabetic Neuropathy. Painful diabetic peripheral neuropathy: consensus recommendations on diagnosis, assessment and management. *Diabetes Metab Res Rev*. 2011;27(7):629-38.
37. Gao S, Zhang H, Long C, Xing Z. Association between obesity and microvascular diseases in patients with type 2 diabetes mellitus. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021;12:719515.
38. Cho Y, Park HS, Seo DH, Ahn SH, Hong S, Suh YJ, et al. The association of smoking status with diabetic microvascular complications in Korean patients with type 2 diabetes. *Yonsei Med J*. 2024;65(8):427–33.