

UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO  
ESCOLA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
CURSO DE MEDICINA

GABRIEL DE AGUIAR MORGADO  
KAROLYNNE DANTAS MENDES

PÉ DE CHARCOT: MECANISMOS PATOGÊNICOS, MÉTODOS DIAGNÓSTICOS E  
ABORDAGENS TERAPÊUTICAS atualizadas para melhor manejo

Rio de Janeiro

Data

UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO  
ESCOLA DE CIENCIAS DA SAÚDE  
CURSO DE MEDICINA

GABRIEL DE AGUIAR MORGADO

KAROLYNNE DANTAS MENDES

PÉ DE CHARCOT: MECANISMOS PATOGÊNICOS, MÉTODOS DIAGNÓSTICOS E  
ABORDAGENS TERAPÊUTICAS

**Trabalho de Conclusão de Curso,**  
apresentado à UNIGRANRIO como  
pré-requisito à obtenção do grau de  
Médico.

Orientador: Professor Luís César

Rio de Janeiro

Data

UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO  
ESCOLA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
CURSO DE MEDICINA

GABRIEL DE AGUIAR MORGADO

KAROLYNNE DANTAS MENDES

PÉ DE CHARCOT: MECANISMOS PATOGÊNICOS, MÉTODOS DIAGNÓSTICOS E  
ABORDAGENS TERAPÊUTICAS

Aprovado por: Prof. \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_

Em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2016

Rio de Janeiro

Data

**RESUMO:** O Pé de Charcot é uma complicação grave da neuropatia periférica diabética, frequentemente associada ao diabetes mellitus, caracterizando-se pela destruição progressiva dos ossos e articulações do pé, o que pode levar a deformidades, ulcerações e amputações. Seu diagnóstico precoce é desafiador e seu manejo ainda apresenta controvérsias na literatura médica. **Objetivo:** Este estudo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a fisiopatologia, diagnóstico e tratamento do Pé de Charcot, buscando consolidar as principais evidências científicas disponíveis para aprimorar a abordagem clínica da patologia. **Metodologia:** O presente estudo consistiu em uma revisão bibliográfica baseada na análise de artigos científicos, diretrizes clínicas e publicações acadêmicas disponíveis em bases como PubMed, SciELO e LILACS. Foram incluídos estudos dos últimos 10 anos, priorizando revisões sistemáticas e diretrizes clínicas, excluindo materiais com baixo nível de evidência científica e/ou que tenham declarado conflito de interesse. A escrita realizada no presente estudo é descritiva, analítica e crítica, organizando e selecionando dados para sintetizar as principais evidências atuais sobre o tema.

**PALAVRAS-CHAVE:** “Pé de Charcot” (Charcot Foot), “Neuropatia Diabética” (Diabetic Neuropathy), “Artropatia de Charcot” (Charcot Arthropathy), “Diagnóstico do Pé de Charcot” (Charcot Foot Diagnosis) e “Tratamento do Pé de Charcot” (Charcot Foot Treatment)

ABSTRACT

KEYWORDS

## AGRADECIMENTOS (Opcional)

## DEDICATÓRIA (Opcional)

LISTA DE ABREVIATURAS E\OU SIGLAS (Opcional)

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

LISTA DE FIGURAS E ILUSTRAÇÕES (Opcional)

Legenda	Pág
Figura 1. Nome .....	87

LISTA DE TABELAS (Opcional)

Legenda	Pág
Tabela 1. Nome .....	92

LISTA DE QUADROS (Opcional)

Legenda	Pág
Quadro 1. Nome .....	97

ANEXOS (Opcional)

Legenda	Pág
Anexo 1. Nome .....	102

APÊNDICES (Opcional)

Legenda	Pág
Apêndice 1. Nome .....	107

## SUMÁRIO

Legenda	Pág
1 – INTRODUÇÃO .....	13
2 - FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	14
3 – MATERIAIS E MÉTODOS .....	16
5 – DISCUSSÃO .....	22
6 – CONCLUSÕES .....	25
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28
8 – ANEXOS .....	32
9 – APÊNDICES .....	35

## 1 – INTRODUÇÃO

O “Pé de Charcot”, frequentemente associado a neuropatias periféricas como a neuropatia diabética, foi descrito pela primeira vez por Jean-Martin Charcot no século XIX e ainda hoje é um desafio diagnóstico e terapêutico<sup>1,2,3</sup>. A literatura evidencia que a fisiopatologia do pé diabético envolve múltiplos mecanismos interconectados como neuropatia sensorial, alterações vasomotoras e trauma mecânico. A neuropatia sensorial provoca perda da percepção de dor e posição, aumentando significativamente o risco de lesões não percebidas pelo paciente e por isso mais difíceis de serem prevenidas. Este processo, associado às alterações vasomotoras que causam hiperemia e osteólise, contribui diretamente para a destruição progressiva dos tecidos ósseos e articulares. Adicionalmente, a biomecânica alterada do pé diabético resulta em padrão de marcha anormal e distribuição irregular da pressão plantar, fatores que exacerbam o dano tecidual associado a condição<sup>4,5</sup>.

Evidências científicas atualizadas utilizam-se de diversas classificações para o pé de Charcot, destacando-se a classificação de Eichenholtz, e outros sistemas classificatórios alternativos que baseiam-se na localização anatômica e na gravidade das lesões<sup>4,6</sup>. Para o diagnóstico adequado, a avaliação clínica minuciosa e o exame físico constituem elementos imprescindíveis, pois contribuem para a correta prevenção de morbidade e mortalidade associadas a tal condição. A avaliação clínica deve ser complementada por métodos de imagem como radiografia, ressonância magnética, tomografia computadorizada e termografia.

A intervenção terapêutica no pé de Charcot apresenta abordagens diversificadas, adaptadas à fase evolutiva e à severidade da condição. O arsenal terapêutico contempla desde medidas conservadoras, como imobilizações, implementação de órteses e prescrição de calçados terapêuticos especializados, até procedimentos cirúrgicos mais invasivos, incluindo técnicas de reconstrução estrutural ou fusão articular<sup>2,6,7</sup>. A natureza multifacetada desta condição demanda uma abordagem integrada e multiprofissional tanto para o estabelecimento diagnóstico preciso quanto para a implementação do protocolo terapêutico adequado<sup>8</sup>.

O presente estudo propõe-se a executar uma análise crítica e comparativa da produção acadêmica contemporânea sobre o Pé de Charcot, visando explorar o conhecimento científico consolidado referente aos mecanismos fisiopatológicos, parâmetros diagnósticos de prevenção de morbidade e modalidades terapêuticas atualizadas ao acompanhamento clínico. Esta investigação sistemática contribuirá significativamente para o aprofundamento da compreensão da totalidade desta entidade patológica e, principalmente, se propõe a fornecer subsídios para o desenvolvimento de protocolos mais eficientes voltados à identificação precoce e ao manejo terapêutico otimizado da doença.

## **2 - FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

A osteoartropatia neuropática diabética (DNOAP), comumente conhecida como Pé de Charcot, caracteriza-se como uma complicação incomum da diabetes, porém associada a consideráveis índices de morbidade e mortalidade. Apesar de sua natureza rapidamente progressiva e propensão para causar deformidades irreversíveis do pé, os mecanismos patológicos específicos desta condição permanecem ainda parcialmente esclarecidos. O expressivo volume de publicações acadêmicas sobre a patofisiologia da artropatia de Charcot possivelmente reflete as incertezas remanescentes neste campo, pois, embora diversos fatores contribuintes tenham sido identificados, a compreensão integral do processo patológico não se apresenta como consenso. As seções seguintes abordarão epidemiologia, mecanismos patológicos, métodos diagnósticos e abordagens terapêuticas, visando estabelecer fundamentação adequada para a discussão do tema.

### **2.1 Dados Epidemiológicos**

O diabetes mellitus (DM) configura-se como um dos mais significativos problemas de saúde pública global, assumindo proporções mundiais nos últimos anos. Essa condição crônica acarreta inúmeras perdas econômicas e sociais para pacientes, famílias e sistemas de saúde, refletindo-se em custos médicos diretos e perda de produtividade laboral. Estima-se que, em 2018, mais de 420 milhões de pessoas em todo o mundo eram diabéticas, sendo a doença a sétima principal causa de mortalidade em 2016. A elevada prevalência do DM está intrinsecamente associada a fatores de risco como sobrepeso e obesidade, que afetam uma parcela considerável da população adulta.

A neuropatia diabética (ND) representa a complicação microvascular e neurológica mais prevalente do DM, afetando, em algum grau, pelo menos metade dos pacientes

diabéticos ao longo da evolução da doença. Ademais, a polineuropatia simétrica distal é a forma clínica mais comum da ND e constitui o principal mecanismo fisiopatológico subjacente ao desenvolvimento do pé diabético. Sendo assim, a ND é reconhecida como o principal fator de risco para o surgimento e desenvolvimento do pé diabético, incluindo a neuroartropatia de Charcot (NC). Embora frequentemente assintomática, aproximadamente 20% dos pacientes com polineuropatia simétrica distal experimentam dor neuropática, que pode se tornar crônica e incapacitante, impactando a qualidade de vida e a capacidade funcional. Além disso, a ND está associada a um risco aumentado para úlceras, deformidades, amputações de membros inferiores e outras complicações microvasculares, elevando as taxas de internações hospitalares, mortalidade e amputações.

Em paralelo a isso, a neuroartropatia de Charcot é uma complicação devastadora e incapacitante do DM, caracterizada por destruição óssea e articular em indivíduos acometidos pela neuropatia sensorial. Em um estudo com 130 pacientes com histórico prévio de úlceras cicatrizadas e/ou amputações de membros inferiores, a artropatia de Charcot foi identificada em 6,9% dos casos. Este dado, proveniente de uma coorte de alto risco já com complicações prévias, sugere a presença da NC nesse subgrupo, mas os dados fornecidos não incluem estimativas de prevalência ou incidência da NC na população geral de pacientes diabéticos, nem oferecem uma análise abrangente da sua distribuição geográfica, tendências temporais ou fatores de risco em diferentes regiões.

Entretanto, outros estudos indicam que diversos fatores de risco contribuem para o desenvolvimento de complicações no pé diabético, predispondo à ulceração e potencialmente à NC. Em uma coorte de 50 pacientes em um ambulatório municipal, identificou-se que a maioria apresentava fatores de risco dermato-neuro-funcionais e indicadores clínicos desfavoráveis. A classificação de risco para ulcerações revelou que 66% dos pacientes apresentavam risco 1, 16% risco 2, 6% risco 3 e 12% risco 4, com indicação da presença de fatores predisponentes à ulceração na maior parte da amostra. Fatores como a presença de deformidades (dedos em garra/martelo, proeminências ósseas, alterações dos arcos plantares) e histórico prévio de ulcerações ou amputações são importantes preditores de risco. Adicionalmente, comorbidades como hipertensão arterial (presente em 92% de uma coorte estudada) e dislipidemias (64%) foram prevalentes em

pacientes com fatores de risco para ulcerações. Também, fatores socioeconômicos, como baixa renda familiar e baixa escolaridade, foram associados a essa população, refletindo a vulnerabilidade social que pode impactar o autocuidado e o acesso à saúde de qualidade.

O nível de evidência dos dados epidemiológicos apresentados nas fontes varia, com alguns estudos sendo transversais e focados em populações específicas (hospitalizados, ambulatoriais de alto risco), o que pode limitar a generalização dos achados para a população diabética em geral. Embora classificações como Wagner e PEDIS se mostrem úteis para identificar a gravidade do pé diabético e estão associadas estatisticamente a desfechos como amputação, as fontes não fornecem estudos epidemiológicos robustos focados especificamente na prevalência e incidência da NC em populações diabéticas definidas, nem uma análise crítica aprofundada da qualidade metodológica desses estudos em larga escala. A ausência do exame com monofilamento de Semmes Weinstein em uma proporção expressiva de pacientes (96% em um estudo) e o desconhecimento sobre o controle glicêmico por HbA1c (62%) em algumas amostras demonstram lacunas na avaliação clínica e no monitoramento, que podem impactar a identificação precoce de riscos e, conseqüentemente, a qualidade dos dados coletados na prática clínica.

Em suma, os dados epidemiológicos disponíveis nas fontes confirmam o DM como um problema de saúde pública global e a ND como seu principal fator de risco para as complicações nos membros inferiores e mais especificamente nos pés de pacientes acometidos. A NC é uma complicação grave, mas faltam nas fontes dados de prevalência e incidência em larga escala, informações sobre distribuição geográfica e tendências temporais específicas para a NC. Os fatores de risco para complicações no pé diabético, que incluem a NC, estão bem documentados e englobam aspectos neurológicos, musculoesqueléticos, vasculares, clínicos e socioeconômicos. A análise crítica dos dados sugere que a identificação desses riscos na prática clínica pode ser inconsistente, ressaltando a necessidade de melhorias na avaliação e monitoramento dos pacientes diabéticos em diferentes níveis de atenção à saúde para subsidiar estudos epidemiológicos mais precisos e confiáveis sobre a NC.

## **2.2 Mecanismos Patogênicos**

A neuroartropatia de Charcot (NC), ou pé de Charcot, constitui uma complicação crônica e severa do diabetes mellitus (DM), decorrente da polineuropatia diabética subjacente. Embora a fisiopatologia exata permaneça multifacetada e não compreendida em sua totalidade, duas teorias clássicas, neurotraumática e neurovascular, foram propostas para explicar seu desenvolvimento, coexistindo com a compreensão da participação de processos inflamatórios e alterações no metabolismo ósseo. A neuropatia sensorial, motorora e autonômica diabética é o principal fator de risco para a NC.

### **2.2.1 teoria neurotraumática**

A teoria neurotraumática postula que a perda da sensibilidade protetora no pé, causada pela polineuropatia, impede a percepção da dor e da propriocepção. Isso leva a microtraumas repetitivos e fraturas por estresse durante a deambulação normal ou atividades diárias, sem que o indivíduo perceba ou evite a carga excessiva sobre as estruturas já lesadas. Dessa forma, a assimetria disfuncional sobre um pé insensível e já comprometido mecanicamente acelera o ciclo de lesão e destruição osteoarticular do membro.

### **2.2.2 teoria neurovascular**

Em contraste, a teoria neurovascular sugere que a neuropatia autonômica causa uma desnervação simpática dos vasos sanguíneos periféricos, resultando em vasodilatação desses e um aumento significativo do fluxo sanguíneo para o pé e tornozelo. Esse estado hipervascular, comprovado por *shunts* arteriovenosos presentes no pé neuropático e na NC, está associado a uma taxa aumentada de reabsorção óssea. Assim, a teoria afirma que o aumento do fluxo sanguíneo contribui diretamente para o aumento da atividade osteoclástica e o turnover ósseo anormal, promovendo a fragilidade óssea e a subsequente destruição articular.

### **2.2.3 Integração teórica e evidências patogênicas atuais.**

Os dados atuais indicam que a patogênese da NC é mais complexa e provavelmente envolve a interação de múltiplos fatores, integrando aspectos de ambas as teorias. Além dos mecanismos neurotraumáticos e neurovasculares explorados, a participação de uma

reação inflamatória local descontrolada é considerada crucial para explicação fisiopatológica. Dessa forma, diferentemente de uma resposta inflamatória sistêmica, a inflamação na NC é predominantemente local e exacerbada. Este processo inflamatório local é mecanismo contribuinte para destruição óssea e articular locais progressivas. O aumento do fluxo sanguíneo, como postulado pela teoria neurovascular, parece amplificar esse processo destrutivo ao aumentar a reabsorção óssea e a atividade dos osteoclastos, que é documentada na NC.

A neuropatia diabética subjacente que predispõe à NC é resultado de uma complexa interação de mecanismos fisiopatológicos induzidos pela hiperglicemia crônica e outras alterações metabólicas associadas ao DM.

No tocante a alterações metabólicas, evidencia-se a glicosilação não enzimática de proteínas (formação de Produtos de Glicação Avançada - AGEs), ativação da via dos polióis, ativação da Proteína Quinase C (PKC), via das hexosaminas, resistência à insulina e estresse oxidativo. O estresse oxidativo, em particular, relacionado ao aumento da atividade da NADPH oxidase e espécies reativas de oxigênio (EROs), contribui para a disfunção endotelial.

Os Fatores vasculares envolvem espessamento da membrana basal vascular, agregação plaquetária, hiperplasia de células endoteliais e alterações da permeabilidade vascular. A hiperglicemia promove a ativação de fatores pró-inflamatórios como o NF- $\kappa$ B, que modula genes pró-inflamatórios e pró-ateroscleróticos em células vasculares e macrófagos, contribuindo para a formação de placas ateroscleróticas. As plaquetas de pacientes diabéticos são hiper-reativas, apresentando aumento da adesão, ativação e agregação, possivelmente devido a alterações na fluidez da membrana, homeostase de íons, glicação de proteínas e aumento do estresse oxidativo. O sistema purinérgico, envolvendo nucleotídeos como ATP e ADP e receptores específicos (P2Y1, P2Y12, P2X1), desempenha um papel crucial na agregação plaquetária, e sua sinalização encontra-se alterada no diabetes, contribuindo para o aumento da agregação. A adenosina (ADO) e seus receptores (A1, A2A, A2B) também modulam a função plaquetária e neuronal, com alterações observadas no diabetes.

Dentro de afecções neurotróficas, destacam-se mecanismos imunopáticos e inflamatórios no nervo para compreensão fisiopatogênica. Assim, agentes pró-inflamatórios promovem recrutamento de células inflamatórias e produção de citocinas, reduzindo o fluxo sanguíneo no nervo periférico, levando à hipóxia e isquemia, o que dificulta a regeneração nervosa em caso de dano. Também, a ativação do receptor P2X7 pelo ATP na micróglia no córtex cerebral pode levar à liberação de citocinas como IL-1 $\beta$  e TNF- $\alpha$ , contribuindo para a neurodegeneração.

A patogênese da NC afeta predominantemente as estruturas anatômicas do pé e tornozelo, incluindo os ossos e articulações. A progressão da doença é classificada em estágios, como o de Eichenholtz, começando com um estágio inicial (Estágio 0/agudo) caracterizado por sinais flogísticos (edema, eritema, aumento de temperatura) antes mesmo de haver alterações radiográficas evidentes. Segue-se a fase de desenvolvimento e fragmentação (Estágio I), com destruição e fragmentação óssea e hiperemia acentuada, clinicamente similar a um processo infeccioso. A classificação anatômica de Brodsky e Trepman descreve os locais de envolvimento, como as articulações tarsometatarsais (Tipo 1), subtalar, talonavicular ou calcaneocuboide (Tipo 2), tibiotalar (Tipo 3A), fratura do calcâneo (Tipo 3B), combinações (Tipo 4) e antepé (Tipo 5). As localizações anatômicas frequentemente afetadas incluem os ossos dos dedos, cabeças dos metatarsais, calcâneo, maléolos e, notavelmente na deformidade em *rocker-bottom*, o cuboide.

A semelhança dos sinais clínicos da fase aguda (edema, eritema, calor) com processos infecciosos como celulite ou osteomielite é um aspecto clínico importante relacionado à patogênese inflamatória. Esta confusão diagnóstica é comum e pode levar a atrasos no tratamento apropriado da NC. A diferenciação da NC aguda de infecção pode ser auxiliada por características como a presença de tratos sinusais ou ulcerações cutâneas (mais comuns em infecções agudas) e a presença de corpos intra-articulares ou o sinal do "fantasma" (indicativos da ausência de infecção ativa). A destruição progressiva leva a deformidades ósseas e articulares características, o que indica cronicidade do processo.

As abordagens terapêuticas para a NC derivam da compreensão de sua patogênese, visando interromper o ciclo destrutivo e restaurar a estabilidade e função do pé. O manejo

inicial na fase aguda foca na imobilização rigorosa e redução de carga para limitar a fragmentação óssea. Em fases avançadas, quando há deformidades e instabilidade, procedimentos cirúrgicos como a artrodese (fusão articular) são frequentemente necessários para corrigir alinhamentos anormais e criar um pé plantígrado e estável, capaz de suportar carga sem risco de ulcerações ou nova destruição. A escolha da técnica cirúrgica e do tipo de fixação (interna com placas e parafusos, hastes intramedulares, ou fixador externo) depende da localização e severidade da deformidade, da qualidade óssea e da presença de infecção. Independentemente da abordagem, a imobilização prolongada é essencial para permitir a consolidação óssea, que foi comprometida ao longo do processo fisiopatológico.

### **2.3 Métodos Diagnósticos**

O processo diagnóstico da neuropatia de Charcot (NC), uma complicação grave da diabetes mellitus, frequentemente se depara com dificuldades que podem resultar em atrasos no diagnóstico. O diagnóstico inicial é de natureza clínica, sendo tipicamente observado em pacientes com histórico prolongado de diabetes e controle glicêmico inadequado. Na fase aguda inicial, classificada como Estágio I de Eichenholtz, os achados clínicos incluem edema significativo, aumento da temperatura local e eritema difuso no pé, frequentemente acompanhados de dor no mediopé. Contudo, a ausência de deformidade óssea evidente nesta fase aguda inicial pode levar a diagnósticos diferenciais equivocados, como celulite, gota ou tenossinovite. A distinção clínica entre NC e infecção, um erro diagnóstico comum, pode ser auxiliada pela avaliação do estado geral do paciente (pacientes infecciosos tendem a apresentar torpor) e pelo comportamento da glicemia (que se eleva anormalmente em infecções mesmo com aumento da insulina, algo não observado na NC). A presença de neuropatia diabética e um trauma agudo prévio são identificados como fatores de risco para o estágio inicial (Estágio 0) da classificação evolutiva de Eichenholtz.

Em termos de exames de imagem, a radiografia é apontada como o método mais útil. Este exame permite determinar a área acometida, avaliar a condição óssea e diferenciar entre

processos agudos e crônicos. No entanto, na fase aguda de fragmentação (Eichenholtz I), a radiografia simples frequentemente apresenta resultado normal, refletindo a natureza predominantemente inflamatória da condição neste estágio. O exame radiográfico torna-se mais informativo nas fases subsequentes: a fase de fragmentação (Eichenholtz I) caracteriza-se pela fragmentação óssea; a fase de coalescência (Eichenholtz II) demonstra a coalescência dos fragmentos; e a fase de consolidação (Eichenholtz III) evidencia a remodelação das fraturas. É importante notar que, em casos de pé cavovaro adquirido associado a neuropatias, a radiografia em perfil pode gerar imagens oblíquas artefatuais do tornozelo. Embora a ultrassonografia não seja considerada o exame de escolha inicial na suspeita de artropatia de Charcot, um profissional experiente em ultrassonografia com conhecimento das complicações do diabetes e do padrão da artropatia de Charcot pode contribuir para um diagnóstico mais preciso e para a aceleração do processo diagnóstico subsequente.

Considerando que a neuropatia sensorial subjaz à artropatia de Charcot e a neuropatia diabética (ND) é o principal fator de risco para o pé diabético, a investigação da neuropatia periférica é essencial no contexto diagnóstico. A eletroneuromiografia (ENMG) é descrita como o padrão ouro para o diagnóstico da polineuropatia simétrica distal (PSD) e é o método mais frequentemente empregado e acessível. A ENMG é crucial para documentar o envolvimento de fibras nervosas largas, avaliar a simetria, a gravidade e a progressão da neuropatia, além de auxiliar na exclusão de outras condições. As alterações iniciais detectadas pela neurocondução na PSD são sensitivas em nervos distais dos membros inferiores, evoluindo para envolvimento sensitivo dos membros superiores e redução das velocidades de condução. As limitações da ENMG incluem o desconforto para o paciente, a baixa sensibilidade na detecção de fases iniciais da doença (envolvimento de fibras finas) e a necessidade de um profissional e equipamento especializados. O teste quantitativo de sensibilidade (QST) é outro método para identificar e quantificar alterações sensitivas, como térmica, dolorosa e vibratória, em polineuropatias. Apresenta vantagens como rapidez, não invasividade e facilidade de execução; contudo, possui baixa repetibilidade, é influenciado pelo estado emocional do paciente e pode detectar alterações em qualquer ponto do neuroeixo. A biópsia de nervo, um procedimento invasivo com risco de

complicações, geralmente é reservada para apresentações clínicas atípicas onde há necessidade de descartar outras etiologias, como neuropatias inflamatórias. Um método mais recente, a microscopia confocal de córnea (MCC), é rápido, não invasivo e reprodutível. A MCC permite mapear o plexo sub-basal da córnea, composto por fibras finas, e tem demonstrado a capacidade de identificar uma redução significativa na densidade de fibras em pacientes diabéticos com PSD. A MCC é considerada um instrumento diagnóstico morfológico para PSD, útil na identificação da neuropatia, sua progressão e potencial melhora com tratamento. No contexto da avaliação de risco para ulcerações, que é uma complicação frequente no pé diabético, incluindo o pé de Charcot, o exame com o monofilamento de Semmes Weinstein 5.07 (10g) é indicado para avaliar a sensibilidade protetora. Este é considerado o exame padrão-ouro no rastreamento precoce do pé em risco de ulceração. É um exame simples, de baixo custo e facilmente reprodutível. A ausência deste exame, juntamente com sinais pré-ulcerativos e alterações dermato-funcionais, constitui um fator de risco preditivo relevante para o desenvolvimento de ulcerações nos pés de pacientes com diabetes. Recomenda-se que indivíduos com diabetes tenham seus pés examinados com monofilamento pelo menos uma vez ao ano, e aqueles considerados de risco, com maior frequência.

Após o diagnóstico inicial da artropatia de Charcot, diversas classificações e sistemas de estratificação de risco são empregados para caracterizar a condição e orientar o manejo. A classificação evolutiva de Eichenholtz subdivide a doença em estágios (aguda, subaguda, crônica), fornecendo uma base para a abordagem terapêutica. A classificação anatômica de Brodsky, modificada por Trepman, descreve as articulações afetadas, sendo relevante para decisões cirúrgicas. Para a avaliação da gravidade do pé diabético de maneira geral, que frequentemente coexiste ou é a base do pé de Charcot, as classificações de Wagner e PEDIS têm se mostrado úteis. Graus mais elevados nestas classificações estão associados a uma maior frequência de amputações. A classificação PEDIS especifica os graus com base na presença de secreção purulenta, extensão e profundidade da lesão, sinais inflamatórios, envolvimento de estruturas profundas como fáscia, abscesso, osteomielite e artrite, e a presença de síndrome da resposta inflamatória sistêmica. A estratificação do pé de risco, que pode incluir a avaliação da sensibilidade protetora, facilita a orientação e priorização

da atenção clínica. A ausência do exame físico dos pés, incluindo a avaliação da sensibilidade protetora com o monofilamento, é destacada como um fator de risco preditivo importante para o surgimento de ulcerações. A classificação de risco quanto ao perigo de desenvolver ulcerações nos pés varia de Grau 1 (66% em uma amostra) a Grau 4 (12%), necessitando de avaliação periódica com intervalos que podem variar de um a doze meses, dependendo do grau de risco. O enfermeiro deve estar familiarizado com estas classificações de risco e incorporá-las à sua rotina assistencial como diretrizes para o manejo do pé diabético.

## **2.4 Abordagens Terapêuticas**

O manejo da neuroartropatia de Charcot (NC), uma complicação severa da diabetes mellitus, direciona-se primordialmente para a obtenção de um pé estável, plantígrado e desprovido de ulcerações, visando mitigar a morbidade e o risco de amputação do membro inferior. A escolha terapêutica é contingente ao estágio de evolução da afecção, sendo o controle glicêmico rigoroso um pilar essencial para a estabilização e potencial melhoria da neuropatia diabética (ND), o principal fator de risco.

O tratamento conservador constitui a abordagem clássica, especialmente nas fases iniciais da NC. Durante a fase aguda de desenvolvimento e fragmentação (Estágio I de Eichenholtz), caracterizada por hiperemia intensa e destruição óssea/articular, a imobilização com gesso de contato total (GCT) é o tratamento inicial recomendado para a descarga de peso. O propósito da imobilização é reduzir a carga sobre a extremidade afetada para minimizar a destruição óssea e articular. A duração preconizada da imobilização com GCT é de 6 a 8 semanas, com trocas bimestrais, podendo estender-se por um período total de 4 a 6 meses em alguns estudos. Há debate na literatura quanto à superioridade do GCT em relação à fusão primária no tratamento da artropatia de Charcot do pé. Embora as fontes mencionem terapias de descarga para resolução da inflamação aguda, detalhes sobre evidências específicas de eficácia, benefícios ou riscos do GCT, além de seu papel na redução da carga e destruição, não são explicitados nos documentos fornecidos. Na fase subaguda de consolidação (Estágio II de Eichenholtz), a utilização de

órgeses, como a órgese tornozelo-pé (OTP) moldada em polipropileno, é indicada para suporte e estabilização. Em pacientes com deformidades residuais na fase crônica de sequela (Estágio III de Eichenholtz), o manejo conservador inclui o uso de calçados terapêuticos adaptados e palmilhas customizadas, particularmente para pés insensíveis. Em casos leves ou em pacientes jovens com pé flexível e pouca dor, como os associados a neuropatias como a doença de Charcot-Marie-Tooth (CMT), a fisioterapia para manutenção da flexibilidade e alongamento também faz parte do tratamento conservador, assim como o uso de palmilhas e adaptações em calçados. O tratamento conservador pode retardar a progressão da deformidade em alguns cenários. No período pós-operatório, órgeses e palmilhas bem ajustadas são valiosas para preservar a correção cirúrgica e prevenir lesões cutâneas neuropáticas.

A terapia farmacológica abrange o controle sintomático e o manejo da neuropatia subjacente. A dor neuropática, uma manifestação comum da neuropatia diabética, que pode ser descrita como em queimação, lancinante, em formigamento ou pontadas e chegar a ser incapacitante, pode ser tratada com diversas opções farmacológicas. Antidepressivos tricíclicos, anticonvulsivantes como gabapentina e pregabalina, e o antidepressivo duloxetina possuem evidência de nível A para o tratamento da dor neuropática. Opioides como tramadol e oxicodona são considerados fármacos de segunda linha, sendo a combinação de medicamentos de primeira linha preferível antes do uso de opioides. Para a neuropatia diabética, o ácido  $\alpha$ -lipoico intravenoso é o único tratamento baseado no mecanismo da doença com eficácia comprovada e aplicabilidade clínica na prática. A forma oral do ácido  $\alpha$ -lipoico ainda requer estudos mais robustos, embora haja indícios de sua eficácia. A dor é frequentemente investigada em instrumentos de avaliação de qualidade de vida utilizados em pacientes com feridas crônicas, e sua presença pode ser indicativa de infecção ou neuropatia. A avaliação regular da dor, utilizando instrumentos como a escala visual analógica ou o questionário de dor de McGill, é importante para monitorar a resposta ao tratamento e influenciar o prognóstico. Adicionalmente, suplementação de cálcio e vitamina D, e possivelmente bisfosfonatos, podem ser considerados com base nos resultados da densitometria óssea.

O tratamento cirúrgico da NC é, em geral, uma alternativa reservada para situações de insucesso do tratamento conservador. As principais indicações cirúrgicas incluem deformidades articulares francamente instáveis que acometem o tornozelo e retropé, úlceras plantares recorrentes resultantes de proeminências ósseas que não podem ser acomodadas com palmilhas ou órteses, ou a presença de infecção com osteomielite originada de uma úlcera contaminada. Cirurgias de "salvamento" têm como finalidade evitar a amputação do membro e preservar sua funcionalidade. As modalidades cirúrgicas mais empregadas incluem a ressecção de proeminências ósseas plantares sob úlceras crônicas (exostectomia), a artrodese para corrigir deformidades e estabilizar articulações instáveis, ou a combinação de ressecção de osso infectado com artrodese. A extensão da artrodese e a via de acesso cirúrgico são determinadas pelo grau e tipo da deformidade, a localização das articulações envolvidas e as proeminências ósseas. O momento ideal para intervenção cirúrgica na NC é matéria de debate. A fixação óssea pode ser realizada internamente (placas com parafusos de bloqueio, parafusos canulados, haste intramedular bloqueada) para artrodeses sem contaminação óssea prévia, ou externamente, utilizando fixadores externos circulares, especialmente em casos com contaminação óssea decorrente de ulceração crônica. Uma tendência atual entre alguns especialistas defende a cirurgia mais precoce para correção das deformidades e estabilização do pé, o que poderia viabilizar o uso de calçados convencionais e potencialmente melhorar a deambulação e a qualidade de vida. Contudo, o tratamento cirúrgico da NC está associado a uma frequência considerável de complicações, tais como pseudartrose, deiscência da ferida operatória e infecção profunda. Complicações específicas da fixação interna, como afrouxamento de parafuso (27.3%) e afrouxamento de clavo (18.2%), além de infecção (18.2%), foram observadas em um estudo. Mesmo com a intervenção cirúrgica, o risco elevado de amputação persiste, particularmente na presença destas complicações. Em um estudo, a cirurgia em um único tempo com fixação externa circular demonstrou ser uma ferramenta confiável no tratamento integral de úlceras e osteomielite associadas, alcançando o desaparecimento das úlceras, tratamento satisfatório da osteomielite, correção da deformidade, redução de custos, prevenção de recorrências e evitação de amputações. A decisão pelo tratamento cirúrgico deve ponderar cuidadosamente variáveis como a

perfusão do membro, a qualidade óssea, o controle glicêmico, o estado nutricional e a presença de úlcera e infecção.

A reabilitação, englobando exercícios musculares e fisioterapia, pode ser aplicada em conjunto com o tratamento conservador e no período pós-operatório. Sua finalidade é preservar a flexibilidade, aprimorar a mobilidade e auxiliar na recuperação funcional. A idade avançada pode influenciar negativamente o processo reabilitacional, especialmente em pacientes submetidos a amputações. A avaliação funcional e da qualidade de vida (QV) são elementos importantes no acompanhamento dos pacientes. Instrumentos como o Short Form 36 Health Survey (SF-36) são comumente utilizados para avaliar a QV em pacientes com feridas crônicas, incluindo úlceras no pé diabético. Pontuações reduzidas nos aspectos físicos e mentais do SF-36 em pacientes com úlceras infectadas indicam um impacto negativo na saúde geral e na função dos membros inferiores. As dimensões avaliadas nos instrumentos de QV frequentemente incluem atividades de vida diária, dor e desconforto, aspectos sociais e emocionais. A reabilitação é considerada parte dos tratamentos de suporte para condições neuropáticas.

Em análise comparativa, o tratamento conservador representa a estratégia inicial e primordial para o controle da fase aguda da NC e para o manejo das deformidades. A intervenção cirúrgica é tipicamente reservada para casos mais complexos ou refratários ao manejo conservador, buscando promover maior correção e estabilidade, mas acarretando riscos consideráveis de complicações que podem culminar em amputação. O controle metabólico, particularmente da glicemia, é um componente fundamental em todas as fases e modalidades terapêuticas, impactando a progressão da neuropatia e os desfechos do tratamento. A educação do paciente diabético sobre o autocuidado dos pés é crucial para a prevenção e detecção precoce de complicações como a NC. A dificuldade no diagnóstico inicial da NC, frequentemente confundida com processos infecciosos, pode levar a tratamentos inadequados e atraso na instituição da terapêutica apropriada.

### **3 - MATERIAIS E MÉTODOS**

A análise de dados foi realizada de maneira a coletar, organizar e avaliar as informações obtidas a partir dos estudos selecionados. Para tanto, foram utilizadas técnicas de análise qualitativa, que incluíram a leitura crítica dos artigos, a identificação de padrões e a síntese das informações. A metodologia de análise de dados foi estruturada em quatro etapas principais:

Na primeira etapa, foi realizada a identificação e seleção dos artigos relevantes para o tema do pé de Charcot. Foram utilizadas bases de dados acadêmicas, como PubMed, LILACS, MEDLINE e SciELO, com termos de busca específicos, como “pé de Charcot”, “fisiopatologia”, “diagnóstico” e “tratamento”. A seleção dos artigos foi baseada em critérios de relevância e qualidade, incluindo estudos publicados entre 2015 e 2025.

Após a coleta, os artigos foram classificados por temas específicos, a fim de facilitar a análise. Foram identificados três temas principais: fisiopatologia, diagnóstico e tratamento. Cada artigo foi categorizado de acordo com o tema principal que abordava, permitindo uma organização sistemática das informações.

Nesta etapa, as informações dos artigos foram comparadas e integradas para identificar pontos comuns e divergentes. A análise comparativa permitiu a identificação de padrões e tendências nas abordagens de fisiopatologia, diagnóstico e tratamento do “Pé de Charcot”. Além disso, foram identificadas discrepâncias e controvérsias presentes na literatura, o que contribuiu para uma visão mais abrangente e crítica do tema.

## 4 - DISCUSSÃO

### 4.1-integração dos principais achados

A neuropatia diabética (ND) constitui uma complicação muito frequente do *diabetes mellitus* (DM) em todo o mundo. É a complicação microvascular de maior prevalência, estimando-se que pelo menos metade dos pacientes diabéticos a desenvolverá em algum momento. Dessa forma, é extremamente importante que a doença seja ostensivamente analisada. A forma clínica mais comum da ND é a polineuropatia simétrica distal (PSD), que frequentemente se apresenta com sintomas sensitivos, mas pode ser assintomática, levando à perda de sensibilidade protetora. Esta perda de sensibilidade, associada a outras alterações, é o principal fator de risco para o desenvolvimento da síndrome do pé diabético (SPD), do qual a neuroartropatia de Charcot (NC) é uma das mais incapacitantes complicações. O SPD é responsável por 70-90% das amputações em pessoas com DM. Globalmente, o DM é a causa mais frequente de amputação não traumática de membros inferiores, e o pé diabético, incluindo a NC, contribui significativamente para a elevada morbidade e o risco de amputação, que é 12 vezes maior em pacientes com úlceras plantares e osteomielite relacionadas. Além disso, as complicações nos pés de pacientes diabéticos geram custos socioeconômicos consideráveis para toda a comunidade.

A fisiopatologia da ND envolve mecanismos como alterações metabólicas, vasculares (incluindo isquemia) e neurotróficas, levando a lesão nervosa. Acredita-se que mecanismos imunopáticos e inflamatórios também contribuam, promovendo recrutamento de células inflamatórias e isquemia nervosa. Histopatologicamente, observam-se perda de fibras nervosas com degeneração axonal, espessamento da membrana basal endotelial de vasos sanguíneos e neoangiogênese, revelando o componente isquêmico. A perda de sensibilidade e o desequilíbrio muscular resultantes da neuropatia são subjacentes ao desenvolvimento de deformidades nos pés, como o pé cavo, observado em neuropatias

sensitivomotoras hereditárias como a doença de Charcot-Marie-Tooth (CMT), que, embora geneticamente distinta da ND, compartilha o desequilíbrio muscular como um denominador comum para a deformidade cavo. A NC, especificamente, é caracterizada por destruição óssea e articular progressiva em pacientes com neuropatia sensorial.

O diagnóstico da NC é frequentemente tardio, em parte devido à confusão com quadros infecciosos, o que pode levar a tratamentos iniciais equivocados. A educação tanto dos pacientes quanto dos médicos é fundamental para a correta compreensão e identificação precoce dos sinais da NC, visando reduzir a morbidade. Na fase aguda inicial, pode haver edema e eritema sem deformidade perceptível, o que leva a diagnósticos errôneos de celulite, gota ou tenossinovite. A diferenciação com infecção pode ser desafiadora, embora na infecção a glicemia tenda a permanecer alta mesmo com aumento da dose de insulina e o estado geral do paciente seja de torpor, o que não se observa na NC. A avaliação clínica detalhada é crucial, incluindo exame neurológico cuidadoso e testes não invasivos como o monofilamento de Semmes Weinstein, considerado padrão-ouro para rastreamento precoce do pé em risco de ulceração. Apesar de ser um exame simples e barato, 96% dos indivíduos em um estudo nunca tiveram seus pés examinados com monofilamento, indicando uma lacuna na prática clínica cotidiana. Exames de imagem, como radiografias, são úteis para determinar a localização anatômica e o estágio da deformidade. Classificações como a de Eichenholtz (estágios evolutivos: fragmentação, coalescência, consolidação) e a anatômica de Brodsky/Trepman (tipos de articulações envolvidas) auxiliam na definição da conduta. Recentemente, a microscopia confocal de córnea (MCC) tem sido apontada como um método rápido, não invasivo e reprodutível para o diagnóstico, estadiamento e acompanhamento da PSD diabética, demonstrando redução na densidade de fibras em pacientes diabéticos com neuropatia.

O tratamento da NC visa primordialmente obter um pé estável, plantígrado e livre de úlceras. A abordagem depende do estágio da doença. O tratamento conservador clássico inclui imobilização com gesso de contato total (GCT) na fase aguda de fragmentação, seguida por órteses e calçados terapêuticos na fase crônica. A imobilização gessada deve ser mantida até a consolidação óssea. A cirurgia é geralmente uma exceção e indicada quando o tratamento conservador falha, em casos de instabilidade grave, úlceras plantares

recidivantes causadas por proeminências ósseas que não podem ser acomodadas, ou infecção com osteomielite. Procedimentos cirúrgicos incluem ressecção de proeminências ósseas (exostectomia), artrodese (fusão) para corrigir deformidades e estabilizar articulações instáveis, e combinações. A fixação interna com placas, parafusos ou hastes intramedulares é utilizada em artrodeses sem contaminação óssea, enquanto fixadores externos circulares são recomendados na presença de contaminação. O momento ideal para a cirurgia ainda é controverso, e diversas variáveis devem ser consideradas. Embora a cirurgia possa melhorar a capacidade de deambulação e a qualidade de vida, ela está associada a complicações como falha na consolidação, afrouxamento de implantes ou infecção. A natureza progressiva da doença de base pode levar à recidiva das deformidades mesmo após a correção cirúrgica. O uso de órteses e palmilhas no pós-operatório é útil para manter a correção e prevenir lesões neuropáticas.

Em suma, a alta prevalência do DM impõe um risco significativo de ND e, conseqüentemente, de NC, uma complicação devastadora que pode levar à amputação e incapacidade. A compreensão da patogênese da NC, centrada na neuropatia e suas conseqüências estruturais, é fundamental para o manejo. A dificuldade no diagnóstico precoce, frequentemente confundido com infecção, ressalta a necessidade de maior conscientização e capacitação dos profissionais de saúde, bem como a utilização sistemática de ferramentas de rastreamento como o monofilamento de maneira mais ostensiva. O tratamento, seja conservador ou cirúrgico, deve ser guiado pelo estágio da doença e pelas características individuais do paciente e classificações mais atualizadas, visando à estabilidade do pé e à prevenção de úlceras e amputações. A integração desses achados aponta para a necessidade de uma abordagem multidisciplinar e contínua, com forte ênfase na educação do paciente e no monitoramento regular, a fim de minimizar o impacto desta grave complicação do DM.

#### **4.2 Convergências e Divergências**

A literatura revisada demonstra uma forte convergência em diversos aspectos fundamentais relacionados ao pé de Charcot, especialmente no que tange à sua

epidemiologia, etiologia e ao papel central da neuropatia diabética. Há um consenso generalizado de que a neuropatia diabética (ND) é o principal fator de risco para o desenvolvimento do síndrome do pé diabético (SPD), do qual a neuroartropatia de Charcot (NC) é uma complicação severa e incapacitante. Múltiplas fontes concordam que o DM é a causa mais frequente de amputação inicialmente não traumática de membros inferiores globalmente, e o SPD, incluindo a NC, contribui significativamente para essa morbidade, sendo responsável por 70-90% das amputações em pessoas com DM.(Colocar os top 3?)

No âmbito fisiopatológico, há concordância na descrição da NC como uma condição progressiva caracterizada por destruição óssea e articular em pacientes com neuropatia sensorial. Os mecanismos subjacentes à ND, como alterações metabólicas e vasculares (isquemia), bem como imunopáticas e inflamatórias, são apresentados de forma consistente em diferentes trabalhos. Embora a doença de Charcot-Marie-Tooth (CMT) seja geneticamente distinta da ND, a literatura aponta que o desequilíbrio muscular, uma consequência da neuropatia presente em ambas as condições, é um denominador comum para o desenvolvimento de deformidades como o pé cavo.

O diagnóstico clínico na fase aguda inicial é consistentemente descrito como desafiador devido à semelhança com quadros infecciosos, apresentando edema, aumento de temperatura local e eritema. A dificuldade em diferenciar NC de infecção é uma preocupação comum, embora alguns indicadores clínicos possam auxiliar, como o estado geral do paciente e a resposta da glicemia à insulina. A importância da avaliação clínica detalhada e do exame neurológico é destacada. O uso do monofilamento de Semmes Weinstein é amplamente reconhecido como padrão-ouro para rastreamento precoce do pé em risco de ulceração. Entretanto, um estudo aponta para uma divergência significativa na prática clínica, revelando que 96% dos indivíduos em sua amostra nunca tiveram seus pés examinados com monofilamento, o que indica uma lacuna na aplicação dessa ferramenta diagnóstica simples e barata. Em relação aos exames de imagem, as radiografias são consideradas úteis para estadiamento e localização. A microscopia confocal de córnea (MCC) é apresentada como um método rápido, não invasivo e reprodutível para o diagnóstico, estadiamento e acompanhamento da polineuropatia simétrica distal diabética (PSD).

Quanto ao tratamento, há forte concordância quanto ao objetivo primário de obter um pé plantígrado, estável e livre de úlcera. O tratamento conservador na fase aguda, utilizando gesso de contato total (GCT), é uma recomendação clássica e amplamente aceita. O uso subsequente de órteses e calçados terapêuticos na fase crônica também é consensual. A cirurgia é geralmente considerada uma exceção e suas indicações (falha do tratamento conservador, instabilidade grave, úlceras plantares recidivantes, infecção/osteomielite) são consistentemente apresentadas na literatura. As modalidades cirúrgicas, como exostectomia e artrodese modelante, também são descritas de maneira convergente.

Contudo, persistem algumas divergências e áreas de incerteza. O momento ideal para a intervenção cirúrgica na NC ainda é considerado controverso. Da mesma forma, no tratamento cirúrgico de casos com contaminação óssea, há controvérsia sobre a realização em um único tempo cirúrgico ou em dois tempos distintos. Embora a cirurgia possa melhorar a capacidade de deambulação e a qualidade de vida, a progressividade da doença neurológica de base é apontada como um fator que pode levar à recidiva das deformidades mesmo após a correção cirúrgica em neuropatias hereditárias sensitivomotoras, sugerindo que este possa ser um desafio também na ND e NC. A avaliação da qualidade de vida (QV) em pacientes com feridas crônicas, incluindo aquelas associadas ao pé diabético, é reconhecida como importante. Existe uma diversidade de instrumentos para essa avaliação, mas sua aplicabilidade e capacidade de capturar repercussões subjetivas de forma aprofundada, como ansiedade, depressão ou sentimento de impotência, podem ser limitadas, como sugerido para o SF-36, um dos instrumentos mais frequentemente identificados. Isso indica que, embora a avaliação da QV seja consensual como relevante, o método ideal para realizá-la de forma abrangente e direcionada ainda requer validação em diferentes contextos clínicos e culturais.

Em relação à robustez da evidência, a revisão sobre instrumentos de avaliação de feridas crônicas identificou uma escassez de pesquisas clínicas que avaliem a aplicabilidade desses instrumentos, o que dificulta o julgamento de sua utilidade na prática no quesito comparabilidade. Similarmente, poucos estudos sobre resultados pós-operatórios no pé cavo varo em CMT foram publicados, e a heterogeneidade da

doença limita a capacidade de estabelecer um tratamento padrão-ouro com evidências absolutas. Um estudo longitudinal de validação e estudos multicêntricos foram incluídos na revisão sobre instrumentos de avaliação, indicando esforços para gerar evidências mais sólidas em áreas específicas, mas muitas conclusões sobre a aplicabilidade dos instrumentos sugerem a necessidade de mais estudos confirmatórios. A correlação positiva encontrada entre uma escala funcional (AOFAS) e uma escala de qualidade de vida (EuroQol-5D) em um estudo sobre artrodese de tornozelo em pacientes com NC de Brodsky 3a oferece alguma evidência sobre o benefício funcional e na QV dessa intervenção, mas as complicações cirúrgicas observadas reforçam a complexidade do manejo.

#### **4.3 Qualidade Metodológica e Nível de Evidência**

A análise da literatura sobre o pé de Charcot e condições associadas revela um cenário metodológico diverso, com predominância de determinados delineamentos. Estudos de caráter transversal representam a maior proporção (63,4%) entre as pesquisas que abordam a avaliação ampliada de pessoas com feridas crônicas, um contexto relevante para o manejo do pé de Charcot frequentemente ulcerado. Estudos de validação, tradução e adaptação de instrumentos também são frequentes (24,4%), indicando um foco significativo na padronização de ferramentas de avaliação. Outros delineamentos incluem estudos exploratórios, descritivos, piloto, caso-controle e coorte, além de um ensaio autocontrolado quase experimental, longitudinal e prospectivo. O tamanho amostral dos estudos varia consideravelmente, desde amostras pequenas como 11 pacientes em um estudo cirúrgico ou 42 indivíduos hospitalizados em outro, até amostras maiores em estudos de validação ou comparativos. Os critérios de inclusão/exclusão e o tempo de seguimento dependem do objetivo e delineamento de cada estudo.

Quanto ao nível de evidência, a revisão integrativa que avaliou instrumentos para feridas crônicas utilizou o manual Joanna Briggs para categorizar os estudos. A vasta maioria dos estudos incluídos nessa revisão apresentou nível de evidência 4b. O nível 4b geralmente corresponde a estudos descritivos ou transversais. Houve exceções, como um estudo multicêntrico randomizado de validação que atingiu o nível 1c. Um estudo sobre

algoritmo de tratamento cirúrgico para neuroartropatia de Charcot referiu nível de evidência III. Essa predominância de níveis de evidência mais baixos (4b e III) sugere que grande parte das conclusões disponíveis deriva de estudos observacionais, descritivos ou séries de casos, com menor robustez em comparação a ensaios clínicos randomizados de alta qualidade (Nível I ou II).

Riscos de viés e limitações metodológicas impactam a confiabilidade das conclusões. A subjetividade na avaliação de repercussões como dor, ansiedade, depressão e qualidade de vida é um desafio, pois envolve "interpretações ou impressões pessoais", podendo resultar em avaliações superficiais ou pormenorizadas. Embora instrumentos busquem mensurar esses aspectos, alguns, como o SF-36, abordam certas repercussões de forma "superficial e/ou pouco explícita", sendo mais rastreadores do que determinantes. A confusão diagnóstica na fase aguda do pé de Charcot, frequentemente confundido com infecção, é outro risco inerente que pode levar a tratamentos equivocados e potencialmente introduzir viés em estudos clínicos se não houver critérios diagnósticos rigorosos. Mesmo o padrão-ouro para o diagnóstico de osteomielite (histopatologia), uma condição diferencial importante, apresenta desafios como baixa concordância interpatologista. A heterogeneidade metodológica é notável, com diversidade de delineamentos e instrumentos utilizados, o que dificulta a comparação direta dos resultados entre os estudos. Adicionalmente, limitações específicas são identificadas, como a escassez de pesquisas clínicas para validar a aplicabilidade de instrumentos na prática ou a falta de poder de generalização em estudos descritivos com vieses de seleção amostral ou dificuldades operacionais.

A qualidade metodológica, predominantemente de nível inferior, influencia diretamente a força das recomendações clínicas e a persistência de incertezas e controvérsias. A falta de evidências absolutas para um tratamento padrão-ouro é reconhecida, por exemplo, na cirurgia do pé cavo varo em neuropatias hereditárias. Controvérsias também persistem em relação ao momento ideal e à abordagem cirúrgica (tempo único ou dois tempos) para o pé de Charcot com contaminação óssea. A vasta maioria dos estudos sobre avaliação de feridas crônicas ser de nível 4b leva à conclusão de que são necessários mais estudos para validar o uso de instrumentos em diferentes

cenários, de forma a fornecer evidência mais direcionada e segura. Embora o monofilamento de Semmes Weinstein seja considerado o padrão-ouro para o rastreamento de risco de ulceração, um estudo descritivo apontou uma lacuna alarmante na prática clínica, onde 96% dos pacientes em sua amostra nunca haviam tido seus pés examinados com este instrumento, embora este estudo tenha limitações de generalização, ele ilustra um problema na aplicação do conhecimento existente. A natureza progressiva da doença neurológica subjacente também representa uma limitação intrínseca para a avaliação de resultados de tratamentos, especialmente cirúrgicos, pois a recidiva das deformidades pode ocorrer independentemente da qualidade da intervenção inicial.

Em suma, a literatura sobre o pé de Charcot, embora extensa em abordagens descritivas e de validação de ferramentas, carece de um volume substancial de estudos de maior nível de evidência, como ensaios clínicos randomizados, particularmente em áreas como o tratamento cirúrgico e a avaliação abrangente das repercussões subjetivas. Essa lacuna metodológica contribui para a existência de controvérsias, limita a generalização de achados e reforça a necessidade de investigações futuras com delineamentos mais robustos para embasar as decisões clínicas e as recomendações de forma mais sólida.

#### **4.4 Implicações Clínicas Imediatas**

A compreensão da neuropatia de Charcot (NC) e suas condições associadas traduz-se em orientações clínicas imediatas cruciais para o manejo efetivo e a prevenção de complicações graves, como ulcerações e amputações. Uma das implicações mais prementes reside no diagnóstico precoce, frequentemente obscurecido pela semelhança dos sinais iniciais da fase aguda (Estágio I de Eichenholtz) com processos infecciosos de partes moles. A NC aguda manifesta-se com edema intenso, aumento da temperatura local e eritema difuso no pé, achados que podem levar ao diagnóstico equivocado de celulite, gota ou tenossinovite. É fundamental que médicos, especialmente no pronto atendimento e atenção primária, estejam altamente alertas para identificar estes primeiros sinais em pacientes diabéticos com neuropatia. A diferenciação clínica da infecção pode ser feita observando que, na infecção, a glicemia tende a estar anormalmente alta e o estado geral do paciente é marcado por torpor, o que não ocorre na NC. A neuropatia diabética constitui

o principal fator de risco para o desenvolvimento de síndrome do pé diabético, que engloba a NC. A avaliação da sensibilidade protetora do pé com o monofilamento de Semmes Weinstein é o exame padrão-ouro para o rastreamento precoce do risco de ulceração, sendo uma ferramenta simples, barata e reproduzível que deve ser mais incorporada à rotina, seja por conscientização dos profissionais de saúde, seja por implementação de protocolos mais rígidos para o atendimento ao paciente diabético. Lamentavelmente, a literatura aponta para uma lacuna na prática clínica, com alta proporção de pacientes de risco que nunca realizaram este exame. O diagnóstico precoce da neuropatia, inclusive por métodos não invasivos como a microscopia confocal de córnea, é vital para a prevenção da progressão da doença e de complicações.

Uma vez suspeitada ou diagnosticada a NC na fase aguda, o manejo conservador imediato é a principal estratégia. O objetivo primário do tratamento é obter um pé plantigrado, estável e livre de úlceras. A medida terapêutica inicial e mais importante é a redução de carga e imobilização do pé afetado. A imobilização com gesso de contato total (GCT) é o tratamento clássico na fase aguda de fragmentação, com duração recomendada de 6 a 8 semanas inicialmente, com trocas a cada duas semanas, totalizando tipicamente 4 a 6 meses de imobilização. Essa abordagem visa a proteger o pé do processo destrutivo na fase inflamatória. Para casos iniciais, flexíveis e pouco dolorosos, o tratamento conservador com fisioterapia, palmilhas e adaptação de calçados também pode ser aplicado, especialmente em pacientes mais jovens. Contudo, devido à natureza progressiva da neuropatia, há uma tendência de agravamento das deformidades, e o tratamento conservador é frequentemente temporário.

O controle metabólico rigoroso, particularmente o controle glicêmico, é fundamental para a estabilização e até mesmo melhora da neuropatia diabética subjacente à NC. Pacientes com NC avançada frequentemente apresentam diabetes mellitus de longa evolução e com controle glicêmico inadequado. O estado glicêmico também é um fator crítico a ser ponderado na decisão por uma eventual intervenção cirúrgica. Desfechos desfavoráveis, como úlceras crônicas e infecção, que aumentam significativamente o risco de amputação, estão intimamente ligados à apresentação tardia da NC e à dificuldade no controle dos fatores de risco subjacentes.

A educação do paciente e dos profissionais de saúde é uma implicação clínica imediata e contínua de suma importância. A falta de entendimento adequado da NC e de suas características leva ao diagnóstico tardio e tratamento equivocado. Educar pacientes diabéticos sobre o autocuidado dos pés, incluindo a inspeção diária e o uso de calçados adequados, é essencial para a prevenção de úlceras e recorrências. A educação médica, especialmente no primeiro nível de atenção, atenção primária e preventiva, é fundamental para a correta compreensão das principais características e o diagnóstico precoce da NC.

O manejo do pé de Charcot exige inequivocamente uma abordagem multidisciplinar. Envolve a colaboração entre médicos da atenção primária, ortopedistas, neurologistas e enfermeiros, entre outros especialistas, para o diagnóstico preciso, estratificação de risco, manejo conservador e, quando necessário, indicação cirúrgica. O enfermeiro, em particular, desempenha um papel crucial na consulta de enfermagem para a avaliação criteriosa do risco de ulceração e na educação do paciente. A intervenção cirúrgica para o pé de Charcot é, em geral, considerada para casos avançados ou complicações que não respondem ao tratamento conservador, como deformidades instáveis, úlceras recorrentes sob proeminências ósseas, ou infecção associada à osteomielite. A decisão pelo procedimento cirúrgico deve ponderar múltiplos fatores clínicos e avaliação multiprofissional.

Em suma, a aplicação imediata de medidas como a alta suspeição diagnóstica em pacientes diabéticos com neuropatia que apresentam sinais inflamatórios no pé, o uso de ferramentas de rastreamento como o monofilamento, a instituição precoce de imobilização e redução de carga, o controle glicêmico otimizado, e programas contínuos de educação para pacientes e profissionais, são passos críticos baseados nas evidências disponíveis. Estas medidas impactam diretamente os desfechos clínicos, buscando minimizar a progressão da destruição osteoarticular, prevenir o surgimento ou a recidiva de úlceras e infecções, reduzir a morbidade e, finalmente, diminuir o risco alarmante de amputações associadas a esta devastadora complicação do diabetes.

#### **4.5 Síntese Crítica dos Métodos Diagnósticos**

O diagnóstico precoce da neuroartropatia de Charcot (NC) é de suma importância, pois permite a instituição imediata do tratamento adequado, potencialmente reduzindo a morbidade e prevenindo a progressão da doença e suas devastadoras complicações, como ulcerações e amputações. No entanto, os estudos científicos analisados evidenciam que o diagnóstico inicial da NC é frequentemente desafiador, resultando em atrasos significativos na detecção, o que provoca perdas irreparáveis.

A avaliação diagnóstica da NC e da neuropatia diabética (ND) subjacente baseia-se em uma combinação de métodos clínicos e complementares. O ponto de partida é sempre a história clínica cuidadosa e um exame físico e neurológico detalhado. Na fase aguda inicial da NC (Estágio I de Eichenholtz), os sinais clínicos como edema intenso, aumento da temperatura local e eritema difuso no pé podem simular um quadro infeccioso, como celulite, gota ou tenossinovite, levando a diagnósticos equivocados por profissionais de saúde menos atentos ao contexto epidemiológico de sua região. É crucial diferenciar a NC de infecções, observando que, em quadros infecciosos, a glicemia tende a estar anormalmente alta e o estado geral do paciente é comprometido, o que geralmente não ocorre na NC.

Dentre os métodos complementares de imagem, as radiografias são consideradas a ferramenta de imagem mais útil para o diagnóstico do pé de Charcot, pois auxiliam na identificação visual das margens e parênquima da área afetada, na avaliação da qualidade óssea e corrobora com a distinção entre processos agudos e crônicos. Contudo, nas fases muito iniciais e agudas, antes da fragmentação óssea visível, as radiografias podem ser normais. À medida que a doença progride para a fase de fragmentação (Estágio I), as radiografias passam a evidenciar a destruição óssea. Dessa forma, o exame tem lacunas de sensibilidade com relação a fases mais precoces da doença.

Para o rastreamento e avaliação da neuropatia subjacente, que é o principal fator de risco para a NC, diferentes métodos são empregados. O exame com o monofilamento de Semmes Weinstein (10g) é considerado o padrão-ouro para o rastreamento precoce do pé em risco de ulceração, sendo uma ferramenta simples, barata e de fácil reprodutibilidade para avaliar a sensibilidade protetora. Sua realização periódica (pelo menos anual em

pacientes diabéticos, mais frequente nos de risco) é fundamental, embora a literatura aponte para uma preocupante subutilização na prática clínica. A classificação do risco de ulceração com base em achados clínicos, incluindo a perda da sensibilidade protetora pelos monofilamentos de diferentes espessuras e a presença de deformidades como o pé de Charcot também são cruciais para definir a frequência de acompanhamento.

Outros métodos diagnósticos para a neuropatia diabética, como a eletroneuromiografia (ENMG), foram por anos o padrão-ouro para o diagnóstico da polineuropatia simétrica distal (PSD) e permanecem úteis para documentar o envolvimento de fibras largas, avaliar a simetria, gravidade e progressão da doença, além de auxiliar no diagnóstico diferencial com outras condições, em caso de pluralidade de possibilidades diagnósticas. No entanto, a ENMG apresenta limitações, como o desconforto para o paciente e baixa sensibilidade para detectar formas iniciais da doença, particularmente o envolvimento de fibras finas, o que prejudica o manejo precoce da condição. Além disso, o exame prescinde de um aparato muito mais complexo e caro que métodos mais simples de serem aplicados como exame com o monofilamento de Semmes Weinstein.

A Microscopia Confocal de Córnea (MCC), ou microscopia confocal in vivo (IVCM) que a inclui, é apresentada como um método rápido, não invasivo e reprodutível para o diagnóstico, estadiamento e acompanhamento da polineuropatia simétrica distal (PSD) diabética. Sua natureza não invasiva a torna uma técnica atraente. A MCC permite a visualização direta das fibras nervosas nas camadas da córnea. Estudos têm se concentrado em avaliar a técnica e padronizar o método, incluindo a caracterização do plexo sub-basal da córnea em indivíduos saudáveis. Este exame morfológico é capaz de identificar a neuropatia, quantificar sua gravidade e acompanhar sua progressão. Além disso, demonstra potencial para avaliar a possível melhora após tratamento, o que a torna promissora para uso em estudos longitudinais e ensaios clínicos para avaliar a eficácia terapêutica. Um achado consistente em pacientes diabéticos é a redução da densidade de fibras no plexo sub-basal da córnea, bem como um aumento na tortuosidade das fibras nervosas. Um estudo comparou pacientes diabéticos com PSD sintomática e controles, encontrando uma densidade de fibras significativamente menor no grupo diabético ( $16,6 \pm 10,2$ ) em comparação com o grupo controle ( $29,7 \pm 10,2$ ), com  $p < 0,001$ . O número de fibras

também foi menor nos diabéticos ( $3,14 \pm 1,63$ ) versus controles ( $4,76 \pm 1,30$ ), com  $p < 0,001$ . Outras diferenças significativas incluíram o número de células de Langerhans (maior nos diabéticos), tortuosidade e espessura (ambos  $p < 0,05$  nos diabéticos). Foi observada uma relação inversamente proporcional entre a densidade das fibras e a gravidade da doença, como já explicitado ( $p < 0,05$ ), indicando que a redução na densidade de fibras do plexo sub-basal epitelial da córnea possui alta correlação com o grau de envolvimento do nervo periférico. Além disso, a MCC demonstrou alta sensibilidade e especificidade na identificação da PSD diabética no estágio inicial, quando há apenas envolvimento de fibras finas. Assim, a MCC demonstra potencial para identificar o acometimento precoce do nervo periférico, complementando a ENMG, que documenta o envolvimento de fibras largas.

Os Testes Quantitativos de Sensibilidade (QST) são utilizados para identificar e quantificar alterações sensitivas, avaliando as modalidades térmica, dolorosa e vibratória. São considerados rápidos, não invasivos e de fácil execução, mostrando-se de certa forma úteis na prática clínica. No entanto, apresentam baixa reprodutibilidade e seus resultados dependem da colaboração, atenção e motivação do paciente, sendo vulneráveis ao estado emocional e por isso menos confiáveis, com mais variáveis não intencionais envolvidas. Este método também pode captar alterações em qualquer ponto do neuroeixo, o que pode causar erro na análise. Sua validade não é tão bem definida quanto a da Eletroneuromiografia, e eles não têm um papel claro no diagnóstico clínico de rotina, sendo mais utilizados para fins de pesquisa.

Fontes mencionam, também, a biópsia de pele como um teste invasivo para o diagnóstico da Neuropatia Simétrica Distal (DSP). É considerada o "padrão ouro" especificamente para o diagnóstico de neuropatia de fibras finas, medindo a densidade de fibras nervosas intraepidérmicas. Ocorre a partir de um procedimento invasivo de exérese e, apesar de ser primariamente utilizada para fins de pesquisa, não agrega informações sobre a etiologia da neuropatia.

Em síntese, o diagnóstico imediato da NC requer alta suspeição clínica em pacientes diabéticos com neuropatia que apresentem sinais flogísticos no pé, mesmo sem

deformidade inicial aparente, diferenciando-o de infecções. A utilização rotineira do monofilamento de Semmes Weinstein é essencial para rastrear o risco neurológico. As radiografias são cruciais para visualizar as alterações ósseas e articulares características nas fases mais avançadas. Métodos como ENMG e MCC podem auxiliar na caracterização da neuropatia subjacente e seu monitoramento. As principais lacunas diagnósticas residem na falta de conhecimento dos profissionais sobre as manifestações iniciais da NC, levando a atrasos e diagnósticos equivocados, e na subutilização de ferramentas de rastreamento simples e eficazes como o monofilamento. A superação dessas lacunas é fundamental para otimizar o manejo e melhorar os desfechos dos pacientes com pé de Charcot.

#### **4.6 Avaliação Comparativa das Abordagens Terapêuticas**

O manejo terapêutico da neuroartropatia de Charcot (NC) no pé visa primordialmente obter uma extremidade plantígrada, estável e livre de ulcerações. As abordagens dividem-se essencialmente em tratamento conservador e cirúrgico, com indicações e resultados distintos que dependem da fase da doença e da gravidade das deformidades.

O tratamento conservador é a abordagem clássica e inicial, variando conforme os estágios de Eichenholtz e manejo precoce. Na fase aguda de fragmentação (Estágio I), o tratamento primário consiste na redução da carga (offloading) e imobilização, classicamente realizada com gesso de contato total (GCT). Recomenda-se um período inicial de GCT por 6 a 8 semanas, com trocas a cada duas semanas, totalizando tipicamente 4 a 6 meses de imobilização. Na fase subaguda de coalescência (Estágio II), após a imobilização inicial, pode-se utilizar uma órtese de polipropileno moldada (OTP). Na fase crônica de consolidação com deformidades residuais (Estágio III), o manejo envolve a acomodação das deformidades através de calçados terapêuticos e palmilhas confeccionadas sob medida. O tratamento conservador pode, em casos mais leves de outras neuropatias, atrasar a progressão da deformidade, mas em casos de NC, a natureza progressiva da condição de base pode levar ao agravamento.

O tratamento cirúrgico geralmente é considerado uma exceção e uma abordagem de salvamento, reservada para casos de falha do tratamento conservador ou em situações de

maior gravidade, como deformidades francamente instáveis afetando tornozelo e retropé, úlceras plantares recidivantes sob proeminências ósseas que não podem ser adequadamente acomodadas, ou na presença de infecção com osteomielite a partir de uma úlcera contaminada. As modalidades cirúrgicas incluem a ressecção de proeminências ósseas plantares (exostectomia), a artrodese modelante para corrigir deformidades grosseiras e estabilizar articulações gravemente instáveis, ou uma combinação de ressecção de osso infectado com artrodese. A artrodese é frequentemente empregada em casos avançados com deformidade severa e instabilidade, como a do tornozelo (Tipo 3a de Brodsky). Diferentes métodos de fixação interna (placas, parafusos, hastes intramedulares) são utilizados, mas a fixação interna, por si só, não dispensa o uso prolongado de GCT. Em casos de contaminação óssea prévia por ulceração crônica, o fixador externo circular é recomendado para a fixação óssea durante a artrodese.

A comparação da efetividade clínica e dos riscos entre as abordagens baseia-se nas indicações e nos desfechos observados. O objetivo do tratamento cirúrgico é obter estabilidade, diminuição da deformidade e possibilitar deambulação adequada. Uma suposta vantagem do tratamento cirúrgico é a potencial melhora na capacidade de deambulação e na qualidade de vida do paciente. Estudos indicam que a artrodese de tornozelo com clavo centromedular retrógrado bloqueado pode apresentar resultados satisfatórios em termos de melhora funcional. Além disso, a cirurgia em tempo único com fixação externa circular demonstrou potencial para o desaparecimento de úlceras, tratamento de osteomielite, correção de deformidade, prevenção de recorrências e evitação de amputações. No entanto, as complicações são frequentes no tratamento cirúrgico, incluindo pseudartrose, deiscência da ferida operatória e infecção profunda. Complicações específicas da fixação interna, como afrouxamento de clavo ou parafusos, também foram observadas. É crucial ressaltar que, mesmo com o tratamento cirúrgico, o elevado risco de amputação da extremidade persiste, especialmente na vigência de complicações pós-operatórias.

A duração do tratamento conservador na fase aguda é prolongada, com imobilização recomendada por 4 a 6 meses. A adesão a este regime, embora não detalhada

nos em artigos pesquisados, se mostra um fator crítico para o sucesso. O tratamento cirúrgico também requer imobilização pós-operatória prolongada com GCT.

A NC e suas complicações impactam significativamente a qualidade de vida dos pacientes. As consequências para a qualidade de vida são descritas como devastadoras, especialmente devido a comorbidades associadas como úlceras crônicas, insuficiência renal e cegueira. Embora o tratamento cirúrgico vise melhorar a qualidade de vida, recuperar o estado prévio à doença é frequentemente não possível.

Em termos de custos e recursos, pacientes com úlceras plantares e osteomielite associadas representam um gasto elevado para os sistemas de saúde. Uma das alegações de benefícios da cirurgia em tempo único com fixação externa circular é a redução de custos, embora uma análise comparativa detalhada de custo-efetividade entre as diferentes abordagens não seja apresentada nos documentos fornecidos.

A recomendação prática para a escolha da abordagem terapêutica baseia-se na fase evolutiva e na apresentação clínica da NC. O tratamento conservador é o pilar inicial para a fase aguda. A cirurgia é indicada para casos complexos, falhas do manejo conservador ou presença de complicações como infecção e ulcerações que demandam correção estrutural ou debridamento. A seleção da técnica cirúrgica depende de fatores como a perfusão da extremidade, qualidade óssea, controle glicêmico, estado nutricional, presença de úlcera/infecção e estabilidade osteoarticular. A fixação externa é preferível na presença de contaminação óssea.

Uma lacuna evidente nos documentos é a ausência de estudos comparativos randomizados de alta evidência que avaliem sistematicamente a efetividade clínica, riscos, custos e impacto na qualidade de vida em longo prazo entre as diferentes modalidades de tratamento conservador e cirúrgico para os diversos subtipos anatômicos e estágios da NC diabética. As informações fornecidas descrevem as práticas e indicações, mas carecem de uma análise comparativa robusta baseada em evidências diretas.

#### **4.7 Lacunas de Conhecimento e Agenda de Pesquisa Futura**

O manejo da neuroartropatia de Charcot (NC) e das complicações relacionadas ao pé diabético apresenta desafios significativos, com áreas que carecem de evidências robustas e demandam investigação adicional para otimizar o diagnóstico, tratamento e prevenção.

Uma lacuna proeminente na literatura reside na ausência de estudos comparativos de alta evidência, como ensaios clínicos randomizados, que avaliem sistematicamente a efetividade clínica, os riscos, os custos e o impacto na qualidade de vida a longo prazo das diversas modalidades de tratamento conservador e cirúrgico para os distintos subtipos anatômicos e estágios da NC diabética [Derivado da análise do panorama terapêutico apresentado nas fontes, como 53, 54, 55, 56, 89, 90]. Embora a cirurgia seja considerada em casos complexos ou de falha do tratamento conservador, o momento ideal para a intervenção cirúrgica ainda é controverso, e faltam estudos que estabeleçam um "padrão-ouro", especialmente para deformidades complexas como o pé cavovaro na doença de Charcot-Marie-Tooth, devido à heterogeneidade da doença e ao número limitado de pacientes nos estudos existentes.

No campo do diagnóstico e da avaliação das repercussões subjetivas, embora a microscopia confocal de córnea demonstre potencial para diagnóstico e acompanhamento da polineuropatia simétrica distal diabética, há necessidade de validar a aplicação de diversos instrumentos de avaliação em diferentes contextos clínicos e culturais. Instrumentos frequentemente utilizados para avaliar a qualidade de vida, como o SF-36, podem abordar repercussões importantes de forma superficial, indicando a necessidade de ferramentas mais específicas ou uma avaliação mais aprofundada. A escassez de pesquisas clínicas utilizando esses instrumentos de avaliação ampliada, em contraste com estudos psicométricos, representa uma limitação metodológica. Além disso, a avaliação da dor, um sintoma prevalente em pacientes com feridas crônicas, embora crucial, ainda é frequentemente pormenorizada ou abordada inadequadamente na prática clínica, e a utilização padronizada de instrumentos específicos é baixa.

Pesquisas futuras devem priorizar estudos comparativos de diferentes abordagens terapêuticas para a NC, visando determinar as estratégias mais eficazes para cada estágio e

tipo de deformidade. É fundamental validar e implementar o uso de instrumentos de avaliação subjetiva que capturem de forma mais completa o impacto da doença e de suas complicações na vida dos pacientes. No que tange aos mecanismos fisiopatológicos, mais estudos são necessários para elucidar as alterações no sistema nervoso central induzidas pela hiperglicemia, particularmente no sistema purinérgico, o que poderia abrir portas para o desenvolvimento de terapias mais direcionadas. Para o tratamento da neuropatia diabética, estudos adicionais são necessários para comprovar a eficácia de certas formulações (como o ácido alfa-lipoico oral) e outras terapias propostas.

Uma prioridade inquestionável para a agenda de pesquisa futura é a melhoria contínua das estratégias de prevenção e translação do conhecimento para a prática clínica. Dada a alta frequência de diagnóstico tardio ou equivocado da NC, muitas vezes confundida com infecção, há uma necessidade crítica de investigar e implementar métodos mais eficazes para a educação de pacientes e profissionais de saúde do atendimento primário. A neuropatia diabética é o principal fator de risco para o desenvolvimento do pé diabético, que por sua vez é a causa mais comum de amputações não traumáticas. A baixa realização do exame da sensibilidade protetora com monofilamento no atendimento primário é um exemplo de lacuna na prevenção que precisa ser abordada. Pesquisas devem focar em como implementar programas de prevenção e rastreamento de risco de forma eficaz, especialmente em contextos com recursos limitados como a América Latina, e como integrar a avaliação de risco na rotina clínica. A implementação de serviços de referência com especificidade podiátrica para rastreamento e prevenção é uma necessidade identificada.

Preencher essas lacunas de conhecimento tem um impacto potencial significativo. Um diagnóstico mais precoce e acurado e tratamentos baseados em evidências mais sólidas podem reduzir a morbidade, prevenir a progressão da doença e suas complicações graves, como úlceras e infecções. A melhora nos resultados terapêuticos e a prevenção de complicações podem levar a uma redução nas taxas alarmantes de amputações e nos custos elevados associados ao manejo dessas condições crônicas e incapacitantes. Uma compreensão mais profunda dos mecanismos da doença e o desenvolvimento de terapias direcionadas podem oferecer novas perspectivas de tratamento. A utilização de

instrumentos de avaliação adequados e validados pode guiar intervenções mais assertivas e melhorar a qualidade de vida dos pacientes.

#### **4.8 Relevância Socioeconômica e de Saúde Pública**

As complicações do diabetes mellitus, particularmente a neuroartropatia de Charcot (NC) e o pé diabético, representam um grave problema de saúde pública e acarretam custos socioeconômicos substanciais para os indivíduos, suas famílias, os sistemas de saúde e as economias nacionais. A neuropatia diabética (ND) é o principal fator de risco para o desenvolvimento do pé diabético, que, por sua vez, é a causa mais comum de amputações não traumáticas de membros inferiores em todo o mundo, sendo responsável por 60% ou mais dessas amputações em pacientes hospitalizados. Estima-se que a ND e suas complicações contribuam significativamente para o aumento das taxas de internações hospitalares, incapacidades e mortalidade, com um custo econômico elevado, que é ainda maior para as formas dolorosas. Pacientes com úlceras plantares e osteomielite, condições frequentemente associadas à NC, geram gastos consideráveis para os sistemas de saúde. O risco de amputação em pacientes com úlcera e NC é seis vezes maior do que naqueles sem úlcera, e 12 vezes maior do que na população geral menor de 65 anos. A própria NC tem um impacto direto na expectativa de vida, reduzindo-a em 14 anos, com aproximadamente 19% dos pacientes falecendo em até 2 anos.

Além dos custos financeiros diretos e da perda de produtividade, as complicações do pé diabético têm um impacto devastador na qualidade de vida (QV) dos pacientes. A doença acarreta repercussões subjetivas como dor crônica, alteração da imagem corporal, redução da capacidade para o trabalho e alterações na dinâmica familiar e social, podendo levar ao isolamento social. Sintomas como ansiedade, depressão e baixa autoestima são comuns. A dor, um sintoma prevalente em pessoas com feridas crônicas, é frequentemente abordada de forma superficial ou inadequada na prática clínica. Embora instrumentos para avaliar a QV existam, alguns, como o SF-36, abordam certas repercussões importantes de maneira superficial ou não as contemplam completamente. A avaliação ampliada das necessidades biopsicossociais dos indivíduos é fundamental para um atendimento adequado, mas a escassez de pesquisas clínicas que utilizem esses instrumentos representa

uma limitação. Recuperar o estado funcional prévio à doença, especialmente em casos avançados, muitas vezes não é possível.

A prevenção e o diagnóstico precoce são fundamentais para evitar a progressão das complicações graves. A educação adequada de pacientes e profissionais de saúde do atendimento primário é essencial para o correto entendimento e identificação inicial da NC, que muitas vezes é confundida com infecção, levando a diagnósticos tardios e tratamentos equivocados. No entanto, a educação desses indivíduos ainda é um desafio, e a vulnerabilidade socioeconômica e o baixo nível de instrução de grande parte da população afetada devem ser considerados nos programas de prevenção. A avaliação criteriosa dos pés para identificar o risco futuro de ulcerações constitui uma forma valiosa de prevenção. Apesar disso, um estudo demonstrou que 96% dos indivíduos nunca tiveram seus pés examinados com o monofilamento de Semmes-Weinstein, considerado o padrão-ouro para o rastreamento precoce. Essa lacuna na avaliação de risco levanta questões sobre a capacitação técnica, disponibilidade de equipamentos, motivação dos profissionais e carga de trabalho no atendimento primário.

Diante deste cenário, as implicações para as políticas públicas e os protocolos de saúde coletiva são claras. Há uma necessidade urgente, especialmente na América Latina, para que os sistemas de saúde, sociedades científicas e associações de pacientes implementem programas e políticas que promovam a educação do paciente e a formação de especialistas na prevenção, diagnóstico e tratamento do pé diabético no primeiro nível de atenção. A implantação de serviços de referência com especificidade podiátrica é necessária para o rastreamento precoce e a prevenção de complicações. A avaliação da dor, que impacta significativamente a QV, necessita de uma revisão nos aspectos gerenciais e de uma maior compreensão por parte dos profissionais sobre sua importância, incentivando o uso padronizado de instrumentos específicos. É crucial que os profissionais de saúde, como os enfermeiros, incorporem a classificação de risco para ulcerações na rotina de assistência, e que os programas de monitoramento contínuo sejam mantidos para reforçar o autocuidado. Preencher as lacunas na avaliação de risco de complicações deve ser uma prioridade nos protocolos nacionais de enfrentamento das doenças crônicas. Abordar essas

questões pode contribuir para a redução do número alarmante de amputações e o ônus social e econômico associado a elas.

### **3.9 Aspectos de Adesão e Barreiras de Implementação**

A gestão eficaz das complicações do diabetes, como a neuroartropatia de Charcot (NC) e o pé diabético, enfrenta desafios significativos relacionados à adesão do paciente às medidas conservadoras e à implementação de protocolos de cuidado. A vulnerabilidade socioeconômica e o baixo nível de instrução de uma considerável parcela da população afetada devem ser considerados nos programas de prevenção. A educação adequada, embora fundamental para a compreensão e identificação inicial da NC e o fomento do autocuidado, ainda constitui um desafio. A modificação de hábitos de vida arraigados, como o uso de calçados inadequados, que são uma das principais causas de ulceração, ocorre paulatinamente e requer estímulos constantes. Um estudo evidenciou que 100% dos participantes utilizavam calçados comuns, mesmo apresentando alteração da sensibilidade protetora dos pés, o que corrobora a dificuldade na adoção de práticas de autocuidado recomendadas. O reforço contínuo de condutas de autocuidado por meio de programas de monitoramento é justificado.

As barreiras clínicas e logísticas no sistema de saúde também contribuem para o manejo inadequado. A NC é frequentemente confundida com processos infecciosos, levando a diagnósticos tardios e tratamentos iniciais equivocados, como a prescrição indevida de antibióticos ou drenagens cirúrgicas de supostos abscessos que revelam ser destruição osteoarticular. A falta de conhecimento adequado entre os profissionais de atendimento primário é um fator contribuinte. Além disso, há uma lacuna alarmante na realização de exames de rastreamento precoce; um estudo indicou que 96% dos indivíduos nunca tiveram seus pés examinados com o monofilamento de Semmes-Weinstein, considerado padrão-ouro. Questiona-se se essa falha se deve à falta de capacitação técnica, equipamentos, motivação profissional ou excesso de trabalho no atendimento primário. A avaliação da dor, que impacta significativamente a qualidade de vida, é outro aspecto frequentemente abordado de forma superficial ou inadequada na prática clínica, apontando

para a necessidade de revisão de aspectos gerenciais e maior compreensão por parte dos profissionais sobre sua importância.

A experiência da doença impacta profundamente a qualidade de vida, com repercussões como dor crônica, alteração da imagem corporal, redução da capacidade para o trabalho e mudanças na dinâmica familiar e social, podendo levar ao isolamento social. Embora existam instrumentos para avaliar a qualidade de vida, a abordagem de certas repercussões importantes, como ansiedade, depressão e aspectos sociais, pode ser superficial. A escassez de pesquisas clínicas que utilizem instrumentos de avaliação ampliada dificulta a validação e aplicabilidade desses métodos na prática. Para um atendimento adequado, é crucial abordar as necessidades biopsicossociais e psico-espirituais dos indivíduos, indo além dos cuidados tópicos.

Para superar essas barreiras, as estratégias propostas na literatura e as implicações para políticas públicas enfatizam a educação de pacientes e profissionais de saúde do atendimento primário como fundamental para o correto entendimento e identificação da NC. A educação médica e o reforço do autocuidado demonstraram reduzir significativamente a recorrência de úlceras em pacientes de alto risco. É crucial que os profissionais de saúde, especialmente enfermeiros, incorporem a classificação de risco para ulcerações na rotina de assistência e que a avaliação dos pés com o monofilamento se torne prática habitual. A implantação de serviços de referência com especificidade podiátrica para rastreamento precoce e prevenção de complicações é necessária. A avaliação da dor deve ser aprimorada, com revisão dos aspectos gerenciais e incentivo ao uso padronizado de instrumentos específicos. Sistematizar a assistência baseada em evidências e utilizar instrumentos que mensurem a opinião do paciente podem otimizar a avaliação e as intervenções. O enfrentamento das doenças crônicas no Brasil deve priorizar o preenchimento das lacunas na avaliação de risco de complicações, visando reduzir o alarmante número de amputações e o ônus social e econômico associado.

#### **4.10 Limitações da Própria Revisão**

A presente revisão integrativa, ao buscar sintetizar o conhecimento sobre as repercussões subjetivas das feridas crônicas, incluindo aquelas associadas ao pé diabético

e, por inferência, à neuroartropatia de Charcot, enfrentou limitações inerentes à metodologia de busca e à natureza da literatura disponível. A estratégia de busca, conforme detalhado, restringiu as publicações a um período específico (fevereiro de 2006 a fevereiro de 2017) e a idiomas definidos (português, inglês e espanhol). Adicionalmente, optou-se pela exclusão de outros artigos de revisão (sistemática e integrativa), teses, dissertações, entre outros formatos. Embora estes critérios visem delimitar o escopo do estudo, eles implicam na não inclusão de pesquisas publicadas antes ou após o período selecionado, bem como aquelas em outros idiomas, o que pode ter limitado o panorama completo da literatura sobre o tema. A aplicação sequencial dos testes de relevância, conforme ilustrado no fluxograma, demonstrou a significativa redução do número de estudos incluídos a partir dos critérios estabelecidos.

Outra limitação importante reside na própria qualidade e consistência dos estudos encontrados na literatura. Observou-se uma escassez de pesquisas clínicas no contexto da avaliação ampliada dos indivíduos com feridas crônicas, o que dificulta o julgamento da aplicabilidade dos instrumentos identificados. A diversidade de instrumentos existentes na literatura para a avaliação das repercussões humanas, embora aponte para a complexidade da investigação, também indica que esses instrumentos podem ter objetivos distintos (prática clínica, ensino, pesquisa), sendo que suas implicações diferenciadas necessitam de validação por outros estudos. Adicionalmente, verificou-se que cada estudo frequentemente seleciona um método baseado em suas prioridades, apresentando resultados pouco conclusivos quanto ao uso do instrumento escolhido. Essa heterogeneidade e a falta de validação robusta em diferentes contextos clínicos e culturais limitam a capacidade de generalização dos resultados e a indicação direcionada da evidência.

Apesar de instrumentos de avaliação da qualidade de vida terem sido os mais frequentes, notou-se que alguns, como o SF-36, abordam certas repercussões subjetivas de maneira superficial ou não explícita. Essa característica dos instrumentos disponíveis, embora não seja uma limitação direta da revisão, impacta o detalhamento e a profundidade das informações que puderam ser extraídas e sintetizadas a partir da literatura. Portanto, as conclusões desta revisão, embora baseadas nos dados disponíveis, refletem as lacunas e

características da pesquisa atual na área, ressaltando a necessidade de mais estudos que validem e aprimorem os instrumentos de avaliação em diversas populações e cenários.

## 5 - CONCLUSÕES

A neuropatia de Charcot (NC), ou neuroartropatia de Charcot, emerge como uma complicação lamentável e comum do diabetes mellitus (DM), que leva à destruição óssea e articular progressiva em pacientes com neuropatia sensorial preexistente, sendo a neuropatia diabética (ND) o principal fator de risco para o desenvolvimento do pé diabético, incluindo a NC (9, 45, 50, 63, 101). A fisiopatologia subjacente é complexa, com as teorias neurotraumática (microtraumas repetitivos ou agudos em um pé insensível) e neurovascular (vasodilatação arterial periférica e aumento da reabsorção óssea) sendo as mais aceitas para explicar o processo destrutivo (52, 102). O desequilíbrio muscular também contribui para as deformidades (73, 74).

O diagnóstico da NC baseia-se inicialmente na avaliação clínica, sendo crucial a identificação da fase aguda (Estágio I de Eichenholtz), caracterizada por edema intenso, eritema e aumento da temperatura local (53, 55, 103, 104). No entanto, a falta de compreensão da condição frequentemente leva à confusão diagnóstica com processos infecciosos, como celulite ou osteomielite, resultando em tratamento equivocado (9, 50, 54, 55, 107). A diferenciação da infecção pode ser auxiliada pela avaliação do estado geral do paciente e níveis de glicemia (55). Radiografias simples são a modalidade de imagem mais útil para identificar a área afetada, a qualidade óssea e o estágio do processo (53, 55, 104), embora possam ser normais na fase inicial aguda (53, 55). A Classificação de Eichenholtz guia o estadiamento clínico-radiográfico (53, 55, 103), e a classificação anatômica (Brodsky/Trepman) especifica a localização do acometimento (53, 58, 103, 104). Métodos diagnósticos para a neuropatia subjacente, como a eletroneuromiografia (ENMG), são padrão ouro para avaliar fibras largas, mas têm limitações na identificação precoce de danos em fibras finas (69). A microscopia confocal de córnea (MCC) surge como um método rápido, não invasivo e reproduzível para avaliar a densidade de fibras finas na neuropatia diabética, com potencial para monitorar a doença e a resposta ao tratamento (1, 70). A avaliação do risco de ulceração, uma complicação frequente na NC, é

fundamental e pode ser realizada com testes de sensibilidade protetora, como o monofilamento de Semmes Weinstein (85, 87, 89, 95).

O tratamento da NC visa primariamente obter um pé plantígrado, estável e livre de úlceras (56, 62, 101). A abordagem conservadora é a principal modalidade terapêutica, particularmente na fase aguda, e consiste essencialmente na imobilização com gesso de contato total (GCT), seguida por órteses e calçados terapêuticos personalizados nas fases subaguda e crônica, respectivamente (56). O controle glicêmico rigoroso é crucial para a estabilização da neuropatia diabética (71). Para o manejo da dor neuropática, frequentemente associada à ND, antidepressivos tricíclicos, gabapentina, pregabalina e duloxetina apresentam evidência de Nível A (64, 71). O tratamento cirúrgico é geralmente indicado para casos de falha do tratamento conservador ou para deformidades graves e instáveis, úlceras recorrentes ou infecção profunda/osteomielite (56, 62, 102). Os objetivos cirúrgicos incluem estabilidade, redução da deformidade e melhora da capacidade de deambulação (105). Procedimentos comuns englobam a ressecção de proeminências ósseas e a artrodese reconstrutiva (57, 62). A fixação interna (placas, parafusos, hastes intramedulares) é utilizada na ausência de infecção (59, 105, 109), enquanto o fixador externo circular é empregado em casos com contaminação óssea ou úlceras crônicas (59, 99). A artrodese, considerada um procedimento de salvamento para instabilidade severa (81, 83, 102), pode estar associada a complicações como pseudartrose, deiscência de ferida, infecção (62, 107) e degeneração articular adjacente a longo prazo em pacientes com perda significativa de sensibilidade (83). Estudos recentes demonstram bons resultados com artrodese do tornozelo com haste intramedular bloqueada para acometimento do tipo 3a de Brodsky (109) e com cirurgia em tempo único com fixador externo circular para casos complexos com úlcera e osteomielite (99), alcançando correção da deformidade e prevenção de amputações (99). Apesar dos tratamentos, as complicações são frequentes e o risco de amputação persiste, especialmente na presença de complicações pós-operatórias (62).

As implicações clínicas são significativas. A alta incidência da NC e o impacto socioeconômico das complicações do pé diabético (51, 63, 94) sublinham a necessidade de detecção e manejo precoces. A confusão da NC aguda com infecção destaca a importância

da educação contínua para profissionais de saúde, especialmente ortopedistas e atenção primária (9, 50, 54, 55, 107). A avaliação criteriosa dos pés, incluindo testes neurológicos como o monofilamento, é essencial para identificar pacientes de alto risco para ulcerações (85, 87, 95). A classificação de risco orienta a frequência do acompanhamento (87, 95, 96). A educação do paciente sobre autocuidado, inspeção dos pés e uso de calçados adequados é vital na prevenção de úlceras, que aumentam drasticamente o risco de amputação (48, 54, 90, 92, 93). Enfermeiros desempenham um papel crucial na avaliação de risco e educação (85, 95, 96). O manejo da NC requer uma abordagem multidisciplinar (56, 62, 99). É importante reconhecer que a qualidade de vida dos pacientes com DM frequentemente já está comprometida por comorbidades, não apenas pelos resultados pós-cirúrgicos, ressaltando a necessidade de cuidados abrangentes (108, 110).

Em conclusão, a melhor abordagem para a identificação e tratamento do pé de Charcot em pacientes diabéticos reside na combinação de alta suspeição clínica para diagnóstico precoce, diferenciação assertiva da infecção na fase aguda e estadiamento preciso da condição. O diagnóstico é suportado por exame clínico detalhado, avaliação neurológica (incluindo testes de sensibilidade) e exames de imagem, principalmente radiografias. O tratamento é primariamente conservador, focado na imobilização imediata com GCT na fase aguda e transição gradual para órteses e calçados adaptados. O controle metabólico e o manejo da dor neuropática são componentes essenciais do tratamento da neuropatia subjacente. A cirurgia é uma alternativa para casos graves, instáveis ou infectados, com o objetivo de obter um pé plantígrado e estável, utilizando técnicas como artrodese com fixação interna ou externa, dependendo do contexto infeccioso. A prevenção de úlceras, através da educação do paciente, inspeção regular dos pés, uso de calçados apropriados e avaliação de risco, é fundamental para mitigar a principal causa de amputação. Apesar dos avanços terapêuticos, a complexidade da NC exige acompanhamento rigoroso e de longo prazo, visando preservar a função do membro e otimizar a qualidade de vida dos pacientes.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zhao HM, Diao JY, Liang XJ, Zhang F, Hao DJ. Pathogenesis and potential relative risk factors of diabetic neuropathic osteoarthropathy. *J Orthop Surg Res.* 2017 Oct 02;12(1):142. \[PMC free article: PMC5625723\] \[PubMed: 28969714\]
2. Roskopf AB, Loupatatzis C, Pfirrmann CWA, Böni T, Berli MC. The Charcot foot: a pictorial review. *Insights Imaging.* 2019 Aug 05;10(1):77. \[PMC free article: PMC6682845\] \[PubMed: 31385060\]
3. McInnes AD. Diabetic foot disease in the United Kingdom: about time to put feet first. *J Foot Ankle Res.* 2012 Oct 11;5(1):26. \[PMC free article: PMC3488016\] \[PubMed: 23050905\]
4. Zhao HM, Diao JY, Liang XJ, Zhang F, Hao DJ. Pathogenesis and potential relative risk factors of diabetic neuropathic osteoarthropathy. *J Orthop Surg Res.* 2017 Oct 02;12(1):142. \[PMC free article: PMC5625723\] \[PubMed: 28969714\]
5. Kaynak G, Birsel O, Güven MF, Oğüt T. An overview of the Charcot foot pathophysiology. *Diabet Foot Ankle.* 2013;4 \[PMC free article: PMC3733015\] \[PubMed: 23919113\]
6. Miller RJ. Neuropathic Minimally Invasive Surgeries (NEMESIS):: Percutaneous Diabetic Foot Surgery and Reconstruction. *Foot Ankle Clin.* 2016 Sep;21(3):595-627. \[PubMed: 27524708\]
7. Kampen WU, Westphal F, Van den Wyngaert T, Strobel K, Kuwert T, Van der Bruggen W, Gnanasegaran G, Jens JH, Paycha F. SPECT/CT in Postoperative Foot and Ankle Pain. *Semin Nucl Med.* 2018 Sep;48(5):454-468. \[PubMed: 30193651\]

8. Trieb K. The Charcot foot: pathophysiology, diagnosis and classification. Bone Joint J. 2016 Sep;98-B(9):1155-9. \[PubMed: 27587513\]

## 7 - ANEXOS

Texto

## 8 - APÊNDICES

Texto

(Através da análise de estudos relevantes, buscamos esclarecer os principais desafios no manejo da condição, bem como identificar possíveis lacunas no conhecimento atual)-objetivos.