

TRATAMENTO DA DOR CRÔNICA DO MEMBRO FANTASMA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

TREATMENT OF CHRONIC PHANTOM LIMB PAIN: A LITERATURE REVIEW

TRATAMIENTO DEL DOLOR CRÓNICO DEL EXTREMIDAD FANTASMA: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA

Leonardo Tuche Ferreira dos Santos¹
Carlos Eduardo Lopes da Cruz²
Roberto Penaforte de Aquino³
Camila Franceschini⁴
Camilla Izabele Fernandes de Souza⁵
José Ricardo Conte de Souza⁶

RESUMO: A dor do membro fantasma (DMF) é uma condição neuropática crônica que acomete pacientes submetidos à amputação, caracterizando-se por sensações dolorosas no membro ausente. Essa revisão teve como objetivo analisar as principais modalidades terapêuticas aplicadas ao tratamento da DMF, avaliando sua eficácia a curto, médio e longo prazo. Foi realizada uma revisão integrativa da literatura nas bases PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), com seleção de artigos gratuitos dos tipos de estudos observacionais e ensaios clínicos controlados publicados entre 2020 e 2025. Foram excluídos artigos fora do tema e duplicados, resultando em 17 artigos após critérios de elegibilidade. Os resultados demonstraram que o bloqueio nervoso bioelétrico (BNB) e a reinervação muscular direcionada (RMD) apresentaram maior eficácia a médio e longo prazo. Outras técnicas como a interface cérebro-computador (ICC) se mostraram eficazes em poucos dias, embora apenas o BNB tenha sustentado resultados a curto, médio e longo prazo. Estratégias adjuvantes, como técnicas anestésicas loco-regionais, também mostraram impacto na prevenção da DMF. Conclui-se que, embora não exista um tratamento padrão-ouro, intervenções como o BNB despontam como promissoras, e a abordagem individualizada é essencial na prática clínica.

6613

Palavras-chave: Dor do membro fantasma. Neuropatia. Amputação. Bloqueio nervoso. Tratamento.

¹Discente, Universidade de Vassouras.

²Discente. Universidade de Vassouras.

³Discente. Universidade de Vassouras.

⁴Discente. Universidade de Vassouras.

⁵Discente, Universidade de Vassouras.

⁶Mestre em Medicina; Orientador, Universidade de Vassouras e Instituto Nacional do Câncer (INCA).

ABSTRACT: Phantom limb pain (PLP) is a chronic neuropathic condition that affects patients undergoing amputation, characterized by painful sensations in the absent limb. This review aimed to analyze the main therapeutic modalities applied to the treatment of PLP, evaluating their effectiveness in the short, medium and long term. An integrative literature review was carried out in the PubMed and Virtual Health Library (VHL) databases, with a selection of free articles from the types of observational studies and controlled clinical trials published between 2020 and 2025. Off-topic and duplicate articles were excluded, resulting in 17 articles following eligibility criteria. The results demonstrated that bioelectric nerve block (BNB) and targeted muscle reinnervation (TMR) were more effective in the medium and long term. Other techniques such as brain-computer interface (BCI) have proven effective within a few days, although only BNB has sustained results in the short, medium and long term. Adjuvant strategies, such as locoregional anesthetic techniques, have also shown an impact on PLP prevention. It is concluded that, although there is no gold standard treatment, interventions such as BNB appear promising, and the individualized approach is essential in clinical practice.

Keywords: Phantom limb pain. Neuropathy. Amputation. Nerve block. Treatment.

RESUMEN: El dolor del miembro fantasma (DFM) es una afección neuropática crónica que afecta a pacientes sometidos a amputación y se caracteriza por sensaciones dolorosas en el miembro ausente. Esta revisión tuvo como objetivo analizar las principales modalidades terapéuticas aplicadas al tratamiento de la fiebre aftosa, evaluando su efectividad a corto, mediano y largo plazo. Se realizó una revisión integradora de la literatura en las bases de datos PubMed y Biblioteca Virtual en Salud (BVS), con una selección de artículos gratuitos del tipo de estudios observacionales y ensayos clínicos controlados publicados entre 2020 y 2025. Se excluyeron artículos fuera de tema y duplicados, resultando 17 artículos siguiendo criterios de elegibilidad. Los resultados demostraron que el bloqueo nervioso bioeléctrico (BNB) y la reinervación muscular dirigida (RMD) eran más eficaces a medio y largo plazo. Otras técnicas como la interfaz cerebro-computadora (ICC) han demostrado ser efectivas en pocos días, aunque sólo el BNB ha logrado resultados sostenidos a corto, medio y largo plazo. Las estrategias adyuvantes, como las técnicas anestésicas locorregionales, también han mostrado un impacto en la prevención del DMF. Se concluye que, aunque no existe un tratamiento estándar de oro, intervenciones como la BNB parecen prometedoras y el enfoque individualizado es fundamental en la práctica clínica.

Palabras clave: Dolor del miembro fantasma. Neuropatía. Amputación. Bloqueo nervioso. Tratamiento.

INTRODUÇÃO

A dor do membro fantasma (DMF) é uma neuropatia crônica debilitante que acomete uma grande parcela dos indivíduos submetidos à amputação de membros. Essa condição se caracteriza por sensações dolorosas percebidas no membro ausente, distintas da dor em coto, com relatos frequentes de queimação, pontadas e constrição (DIERS M, et al., 2022). Estima-se que sua prevalência seja alta, podendo surgir imediatamente após a amputação ou mesmo anos

depois (DIERS M, et al., 2022; DÖRING K, et al., 2021). Mesmo após décadas da cirurgia, muitos pacientes continuam a relatar dor significativa, o que evidencia sua natureza persistente (DÖRING K, et al., 2021).

A fisiopatologia da DMF é multifatorial, envolvendo interações complexas entre os sistemas nervoso periférico e central, além de fatores psicológicos e genéticos que influenciam nessa sensação dolorosa (WU H, et al., 2025).

Historicamente, as primeiras explicações para a DMF enfatizavam causas periféricas, como a formação de neuromas — estruturas resultantes da regeneração de fibras nervosas na extremidade amputada. Esses neuromas geram sinais elétricos mesmo na ausência de estímulos, que o sistema nervoso central interpreta como dor no membro ausente. Além disso, alterações na expressão de canais iônicos contribuem para a hipersensibilidade e perpetuação da dor (WU H, et al., 2025).

A nível central, a reorganização das áreas do córtex somático e sensorial é um dos principais fatores da dor do membro fantasma. Depois da amputação, os segmentos cerebrais que antes recebiam sinais do membro perdido começam a ser ocupados por estímulos de outras regiões do corpo, o que pode causar a sensação de dor ou de que o membro ainda está presente. Esse processo, que ocorre de forma inadequada, contribui para que a dor se torne persistente. Além disso, outras mudanças no sistema nervoso, como o aumento da sensibilidade à dor e alterações em regiões importantes como o tálamo e a medula espinhal, também ajudam a manter esse tipo de dor (WU H, et al., 2025).

Adicionalmente, fatores psicológicos, como estresse, ansiedade e depressão, podem exacerbar a DMF ao modular negativamente os processos de neuroplasticidade e sensibilização. Por fim, investigações recentes apontam para possíveis predisposições genéticas associadas à DMF, relacionadas principalmente a mutações em genes que regulam canais iônicos e neurotransmissores envolvidos na nocicepção, indicando uma base hereditária para a vulnerabilidade a esta síndrome complexa (WU H, et al., 2025).

Diversos fatores de risco estão associados ao desenvolvimento e à persistência da DMF. Entre eles, destacam-se a presença de dor crônica antes da amputação, especialmente quando não controlada, a qual tem forte correlação com o surgimento e a manutenção da DMF. Outros fatores incluem amputações em níveis mais proximais, idade mais jovem, sexo feminino e histórico de transtornos psiquiátricos, como depressão e ansiedade, que podem potencializar alterações no sistema nervoso e aumentar a vulnerabilidade à dor. Esses elementos não atuam

isoladamente, mas interagem de forma complexa, contribuindo para a variabilidade na apresentação clínica da DMF entre os indivíduos (WU H, et al., 2025).

As opções terapêuticas para a DMF são amplas, mas não há um consenso consolidado na literatura. O tratamento pode envolver medicamentos como anticonvulsivantes, antidepressivos e opióides, bem como estratégias não farmacológicas, como terapia do espelho, estimulação cerebral e periférica, realidade virtual, imagens motoras e técnicas cirúrgicas como a reinervação muscular direcionada (RMD) e interfaces nervosas regenerativas (INR) (GOMES ABS, et al., 2021; LANS J, et al., 2022). Recentemente, técnicas inovadoras envolvendo modulação bioelétrica e intervenções regenerativas em nervos periféricos têm ganhado destaque por seu potencial em aliviar a dor e melhorar o controle motor dos membros residuais (KUFFLER DP, 2023).

Além da dor física, a DMF também traz impactos emocionais e sociais profundos. Estudos indicam alta prevalência de depressão, ansiedade, baixa autoestima e isolamento social entre amputados, comprometendo sua adaptação funcional e a qualidade de vida (ROSCA AC, et al., 2021; NG SS, et al., 2020). Mesmo entre aqueles que utilizam próteses, muitos relatam baixa funcionalidade e insatisfação, principalmente no que se refere aos aspectos emocionais (NG SS, et al., 2020).

Diante da multiplicidade de fatores envolvidos e da ausência de diretrizes terapêuticas unificadas, torna-se essencial uma revisão crítica e abrangente da literatura recente. Este trabalho tem por objetivo reunir e analisar as evidências disponíveis sobre a dor do membro fantasma, com foco em buscar alguma modalidade de tratamento que seja eficaz a curto, médio e longo prazo, bem como analisar possíveis estratégias adjuvantes que possam implicar na atenuação dos sintomas ou na incidência da comorbidade.

MÉTODOS

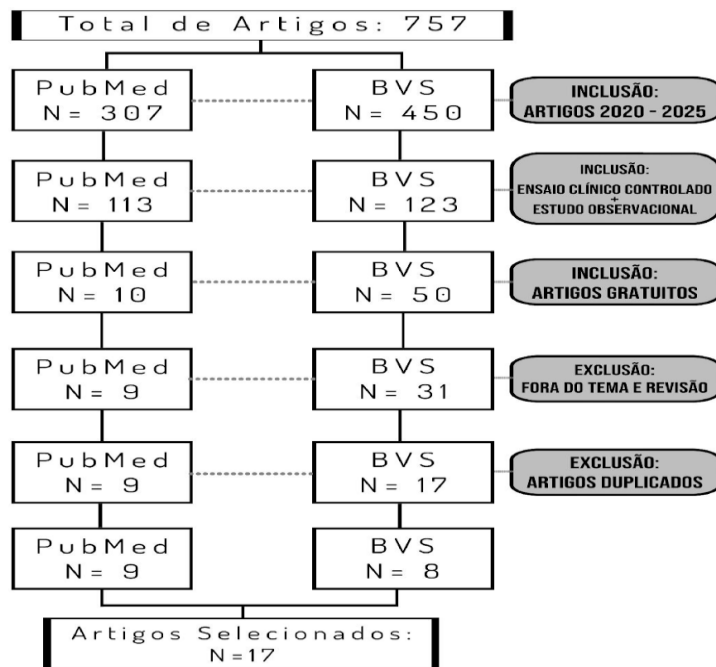
Trata-se de um estudo de abordagem qualitativa, retrospectiva e transversal executado por meio de uma revisão integrativa da literatura. As bases de dados utilizadas foram a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e a National Library of Medicine (PubMed). A busca pelos artigos foi realizada considerando os descritores “chronic pain”, “limb amputation” e “phantom limb pain”, utilizando o operador booleano “AND”. A revisão de literatura foi realizada seguindo as seguintes etapas: estabelecimento do tema; definição dos parâmetros de elegibilidade; definição dos critérios de inclusão e exclusão; verificação das publicações nas

bases de dados; exame das informações encontradas; análise dos estudos encontrados e exposição dos resultados. Foram incluídos no estudo artigos publicados nos últimos 5 anos (2020-2025); de acesso livre e gratuito e artigos cujos estudos eram do tipo ensaio clínico controlado ou estudo observacional. Foram excluídos os estudos que não abordaram os atuais métodos de tratamento da patologia em questão, trabalhos fora do tema proposto, artigos de revisão e estudos que estavam duplicados em ambas as plataformas de busca.

RESULTADOS

A busca resultou em um total de 757 trabalhos. Foram encontrados 307 artigos na base de dados PubMed, e 450 artigos na base de dados BVS. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão foram selecionados 9 artigos na base de dados PubMed e 17 artigos na BVS, sendo que 9 artigos foram retirados por estarem duplicados entre as plataformas PubMed e BVS, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma de identificação e seleção dos artigos selecionados nas bases de dados PubMed e BVS.



Fonte: Autores (2025).

Os artigos incluídos nesta revisão investigaram diferentes abordagens terapêuticas para o tratamento principal e adjuvante da DMF, com destaque para técnicas que demonstraram eficácia a curto, médio e longo prazo. Oito estudos fizeram uma análise a curto prazo e apresentaram resultados satisfatórios, dos quais três trabalhos apontaram o bloqueio nervoso bioelétrico (BNB) e a estimulação nervosa periférica percutânea (ENPP) como as técnicas que demonstraram melhor eficácia. A estimulação magnética transcraniana repetitiva (EMTR) também se mostrou bem promissora em um artigo, outros dois estudos mostraram a relevância do bloqueio nervoso periférico contínuo, um trabalho validou o uso da interface cérebro-computador (ICC), e um estudo também demonstrou eficácia ao empregar o bloqueio com ropivacaína. Quanto aos três estudos que avaliaram efeitos a médio prazo, nenhum constatou redução significativa da DMF ao abordarem a infusão perineural de levobupivacaína, a crioneurólise percutânea guiada por ultrassom e o bloqueio do nervo ciático. Em contrapartida, três trabalhos apresentaram eficácia sustentada a longo prazo ao abordarem o BNB e a RMD. Por fim, três trabalhos abordaram estratégias que poderiam atenuar os sintomas da DMF de forma adjuvante, do qual um se mostrou eficaz ao comparar as técnicas anestésicas empregadas durante a amputação e os outros dois não apresentaram resultados satisfatórios; um autor concluiu que relação entre a dor e o uso de próteses não é relevante, e o outro não observou alívio da dor ao tentar modular a excitabilidade intracortical, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização dos artigos conforme ano de publicação, tipo de estudo, tratamento aplicado e eficácia.

Autor(es)	Ano	Tipo de Estudo	Tratamento	Eficácia
Kapural, L. et al.	2024	Estudo longitudinal de 12 meses (QUEST)	Bloqueio nervoso bioelétrico (BNB)	Redução sustentada da dor e uso de opioides; melhora na qualidade de vida
Kapural, L. et al.	2024	Ensaio clínico randomizado, duplo-cego	Bloqueio nervoso de alta frequência (BNAF)	Eficaz; alívio significativo da dor e melhora da qualidade de vida
Vats, D. et al.	2024	Ensaio clínico randomizado	Estimulação magnética transcraniana repetitiva (EMTR)	Redução significativa da dor, mantida por até 2 meses
Caça, W. et al.	2023	Ensaio clínico randomizado, duplo-cego	Infusão perineural de levobupivacaína	Sem eficácia significativa após 6 meses
Ilfeld, B. M. et al.	2023	Estudo secundário centrado no paciente	Bloqueio com ropivacaína (reanálise centrada)	Dobrou a chance de melhora clinicamente relevante
Ilfeld, B. M. et al.	2023	Ensaio clínico randomizado	Crioneurólise percutânea guiada por ultrassom	Não demonstrou eficácia significativa após 4 meses

Kapural, L. et al.	2022	Estudo multicêntrico (QUEST - curto prazo)	clínico	Bloqueio bioelétrico (BNB)	nervoso	50% dos pacientes tiveram alívio significativo após 30 min
Albright-Trainer, B. et al.	2022	Ensaio randomizado	piloto	Estimulação periférica (ENPP)	nervosa percutânea	Redução da dor e do uso de opioides no pós-operatório agudo e subagudo
Donati, D. et al.	2022	Estudo observacional de coorte		Nenhum tratamento (foco em funcionalidade)		Não encontrou relação significativa entre dor e uso de prótese
Makkar, JK et al.	2022	Ensaio randomizado, duplo-cego	clínico	Bloqueio do nervo ciático		Não reduziu dor crônica após 6 meses
Chang, B. L. et al.	2021	Estudo de coorte		Reinervação muscular direcionada (RMD) em pacientes com comorbidades		Redução da DMF e melhora na deambulação
Ilfeld, B. M. et al.	2021	Ensaio randomizado, multicêntrico	clínico	Bloqueio contínuo com ropivacaína	periférico	Redução significativa da dor por até 4 semanas
Ilfeld, B. M. et al.	2021	Ensaio randomizado (desfechos imediatos)	clínico	Bloqueio periférico contínuo	nervoso	Efeitos imediatos positivos sobre dor fantasma e residual
Teixeira, P. E. P. et al.	2021	Ensaio multicêntrico	clínico	Estimulação cerebral não invasiva + treinamento sensório-motor		Sem correlação direta com intensidade da dor, mas tiveram associações clínicas
Cho, H. S. et al.	2020	Estudo de retrospectivo	coorte	Técnicas anestésicas (GA, NA, PNB)		PNB reduziu a incidência de dor fantasma em comparação à GA
Mioton, L. M. et al.	2020	Estudo prospectivo		Reinervação muscular direcionada (RMD)		Redução da dor fantasma e melhora funcional após 1 ano
Yanagisawa, T. et al.	2020	Ensaio randomizado, cruzado	clínico	Interface computador (ICC)	cérebro-	Redução significativa da dor por até 1 semana

Legenda: GA = anestesia geral; NA = anestesia neuraxial; PNB = bloqueio de nervo periférico.

Fonte: Autores (2025)

DISCUSSÃO

Corroborando com os resultados, uma das técnicas empregadas para a obtenção de alívio da DMF a curto prazo que mais apresentou eficácia foi o BNB, estudado por Kapural L, et al. (2022), que consiste no implante de um dispositivo seguro de bloqueio nervoso elétrico de alta frequência implantado próximo ao nervo periférico afetado que emite uma corrente que objetiva bloquear a condução do impulso nervoso e, assim, interromper o estímulo de dor. O estudo da técnica em questão foi controlado por simulação ativa; isso quer dizer que o grupo controle também recebeu um implante de dispositivo similar ao original, mas sem emissão da corrente

terapêutica verdadeira. Nesse contexto, o grupo que recebeu o tratamento ativo relatou um alívio perceptível da dor em um curto espaço de tempo após a aplicação do bloqueio, que se manteve por um período aproximado de 8 semanas. Esse efeito foi significativamente maior no grupo que recebeu o tratamento em comparação ao grupo controle, e foram observadas melhorias nas funções físicas e na qualidade de vida dos pacientes. Além de ter sido um dos primeiros ensaios clínicos rigorosos para avaliação desse dispositivo de alta frequência, o estudo QUEST serviu como base científica para pesquisa a longo prazo dessa terapêutica. Em seguimento aos resultados iniciais, Kapural L, et al. (2024b) confirmaram a eficácia sustentada do tratamento após três meses, apresentando grande parte dos pacientes do grupo ativo considerados "respondedores", com redução significativa na intensidade da dor e melhora funcional e de qualidade de vida. A justificativa foi de que o tratamento não apenas bloqueia sinais nociceptivos, mas também modula a dor neuropática.

Outra terapia que foi estudada a curto prazo no tratamento da DMF foi a estimulação nervosa periférica percutânea (ENPP), que consiste na emissão de correntes elétricas por meio de eletrodos implantados percutaneamente próximos aos nervos periféricos (femoral e ciático) e que promovem o alívio da dor. Foram constatados alívios nos sintomas da DMF, no entanto, esse estudo de Albright-Trainer B, et al. (2022) possui certas limitações - como uma amostra extremamente pequena - que torna mais difícil sua generalização quando comparado aos trabalhos de Kapural L, et al. (2022, 2024b).

6620

Os demais tratamentos também obtiveram efeitos satisfatórios a curto prazo (VATS D, et al., 2024; YANAGISAWA T, et al., 2020; ILFELD BM, et al., 2021a, 2021b, 2023a); embora o tempo de sustentação dos resultados tenha sido inferior ao dos estudos que abordaram as técnicas detalhadas acima.

A médio e longo prazo, a RMD foi abordada por Chang B, et al. (2021) e Mioton L.M., et al. (2020), que constataram resultados promissores. Trata-se de uma técnica cirúrgica que redireciona nervos transecionados para nervos motores, e ambos relataram uma redução significativa da dor fantasma e da dor residual, além de melhora funcional em pacientes com amputações maiores, inclusive em populações com múltiplas comorbidades. A RMD conecta nervos sensoriais e mistos seccionados a nervos motores redundantes, promovendo uma reinervação funcional que reduz o crescimento anormal de axônios e a formação de neuromas dolorosos, além de modificar sinais nervosos que causam dor fantasma e residual. Ao oferecer um "alvo" ao nervo, a técnica também evita a reorganização inadequada do cérebro e outras

alterações no sistema nervoso central que mantêm a dor crônica. Por outro lado, o tratamento em questão é considerado um procedimento cirúrgico invasivo, apesar de seu risco baixo quando realizado por cirurgiões experientes, e só foram descritas melhoras significativas a médio e longo prazo.

Buscando dados sobre a eficácia a longo prazo do bloqueio nervoso bioelétrico (BNB), Kapural L, et al. (2024a) retomaram as pesquisas dando continuidade ao estudo QUEST. Numa análise multicêntrica, foi eleita uma população robusta que foi randomizada e dividida em um grupo controle que receberia o tratamento, e outro grupo placebo que receberia uma simulação ativa. Os resultados apontaram uma redução significativa e sustentada da DMF ao longo de 12 meses, além de uma melhora na função física e na qualidade de vida dos pacientes. Essa eficácia foi ainda mais evidente quando fizeram um crossover - que consiste na troca entre os pacientes que receberam o tratamento ativo e a simulação - e o grupo que inicialmente havia recebido o placebo demonstrou melhora importante nos sintomas ao se submeterem ao BNB.

Outras técnicas foram testadas por meio de estudos de médio prazo, mas não obtiveram eficácia comprovada por seus autores (CAÇA W, et al., 2023; ILFELD BM, et al., 2023b; MAKKAR JK, et al., 2022).

Além disso, foram analisadas técnicas adjuvantes que poderiam auxiliar na atenuação dos sintomas ou na incidência da DMF. Cho H.S., et al. (2020) teve como um dos objetivos a testagem da relação entre as técnicas anestésicas e a incidência de DMF, concluindo que a anestesia geral (AG) está associada a maior risco de dor do membro fantasma, enquanto a anestesia neuroaxial e, especialmente, o bloqueio de nervo periférico reduzem significativamente o risco. Isso se dá pela incapacidade da AG de impedir a sensibilização central, além do maior uso dessa técnica em casos mais graves e complexos.

Em outra análise, Teixeira P.E.P., et al. (2021) testaram a estimulação cerebral não invasiva (ECNI) associada ao treinamento sensorio-motor (TSM) para reduzir a DMF, sem eficácia significativa. Contudo, identificaram que essas intervenções modulam a excitabilidade cortical conforme características clínicas, indicando a necessidade de mais estudos para esclarecer essas relações. Por fim, Donati D, et al. (2022) levantaram uma hipótese de que o uso de próteses poderia reduzir os sintomas de DMF em pacientes amputados, mas os estudos constataram que essa relação não existe. Isso foi justificado pela multifatorialidade da dor crônica do membro fantasma, bem como sua fisiopatologia complexa, que não está atrelada apenas à ausência de um membro.

CONCLUSÃO

Devido à complexa fisiopatologia da DMF e sua etiologia multifatorial, é difícil eleger um tratamento padrão ouro para a enfermidade em questão. Por isso, é evidente que os profissionais de saúde que se deparam com esses casos em sua prática clínica sejam capazes de olhar o paciente de forma holística e tentar, sempre, individualizar a abordagem. Foi possível observar que diversas modalidades terapêuticas possuem eficácia nos mais variados horizontes temporais, mas os estudos do QUEST demonstraram que a técnica de bloqueio nervoso elétrico de alta frequência foi eficaz no alívio da dor crônica pós-amputação a curto, médio e longo prazo, consolidando-se como uma intervenção de alto valor terapêutico e segura por sua técnica minimamente invasiva. Ademais, foi constatado que ao adotar modalidades anestésicas loco-regionais, como anestesia neuroaxial e principalmente o bloqueio de nervo periférico, os riscos de desenvolver DMF são menores quando comparados à anestesia geral. Portanto, torna-se evidente a importância de adotar as melhores medidas possíveis para conduzir esta patologia que tanto afeta a qualidade de vida de seus portadores

REFERÊNCIAS

1. ALBRIGHT-TRAINER, B et al. Peripheral nerve stimulation for the management of acute and subacute post-amputation pain: a randomized, controlled feasibility trial. *Pain Manag.* 2022;12(3):357-69.
2. CAÇA, W et al. Effect of a continuous perineural levobupivacaine infusion on pain after major lower limb amputation: a randomised double-blind placebo-controlled trial. *BMJ Open.* 2023;13(2):e060349.
3. CHANG, BL et al. Targeted muscle reinnervation improves pain and ambulation outcomes in highly comorbid amputees. *Plast Reconstr Surg.* 2021;148(2):376-86.
4. CHO, H-S et al. Effects of different anesthetic techniques on the incidence of phantom limb pain after limb amputation: a population-based retrospective cohort study. *Korean J Pain.* 2020;33(3):267-74.
5. DIERS, M et al. The prevalence and characteristics of phantom limb pain and non-painful phantom phenomena in a nationwide survey of 3,374 unilateral limb amputees. *J Pain.* 2022;23(3):411-23.
6. DONATI, D et al. Do chronic pain syndromes in lower limb amputees have an effect on the use of prostheses? *NeuroRehabilitation.* 2022;50(1):123-31.

7. DÖRING, K et al. How common are chronic residual limb pain, phantom pain, and back pain more than 20 years after lower limb amputation for malignant tumors? *Clin Orthop Relat Res.* 2021;479(9):2036–44.
8. GOMES, ABS et al. Dor fantasma: fisiopatologia e abordagens terapêuticas/ Ghost pain: pathophysiology and therapeutic approaches. *Braz J Dev.* 2021;7(7):67565–76.
9. ILFELD, BM et al. Ambulatory continuous peripheral nerve blocks to treat postamputation phantom limb pain: a multicenter, randomized, quadruple-masked, placebo-controlled clinical trial. *Pain.* 2021;162(3):938–55.
10. ILFELD, BM et al. Immediate effects of a continuous peripheral nerve block on postamputation phantom and residual limb pain: Secondary outcomes from a multicenter randomized controlled clinical trial. *Anesth Analg.* 2021;133(4):1019–27.
11. ILFELD, BM et al. Ultrasound-guided percutaneous cryoneurolysis to treat chronic postamputation phantom limb pain: A multicenter randomized controlled trial. *Anesthesiology.* 2023;138(1):82–97.
12. ILFELD, BM et al. Patient-centered results from a multicenter study of continuous peripheral nerve blocks and postamputation phantom and residual limb pain: secondary outcomes from a randomized clinical trial. *Reg Anesth Pain Med.* 2023;48(9):471–7.
13. KAPURAL, L et al. Long-term treatment of post-amputation chronic pain with bioelectronic nerve block: Twelve-month results from the randomized, double-blind, crossover QUEST study. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface.* 2024;27:1383–92.
14. KAPURAL, L et al. Primary 3-month outcomes of a double-blind randomized prospective study (The QUEST Study) assessing effectiveness and safety of a novel high-frequency peripheral nerve block system for post-amputation pain. *Journal of Pain Research.* 2024;17:2001;17.
15. KAPURAL, L et al. Multicenter, double-blinded, randomized, active-sham controlled clinical study design to assess the safety and effectiveness of a novel high frequency electric nerve block system in the treatment of post-amputation pain (the QUEST study). *J Pain Res.* 2022;15:1623–31.
16. KUFFLER, DP. Evolving techniques for reducing phantom limb pain. *Exp Biol Med (Maywood).* 2023;248(7):561–72.
17. LANS, J et al. Factors related to neuropathic pain following lower extremity amputation. *Plast Reconstr Surg* 2022;150(2):446–55.
18. MAKKAR, JK et al. Effect of perioperative sciatic nerve block on chronic pain in patients undergoing below-knee amputation: A randomised controlled trial. *Indian J Anaesth.* 2022;66(Suppl 6):S300–6.

19. MIOTON, LM et al. Targeted muscle reinnervation improves residual limb pain, phantom limb pain, and limb function: A prospective study of 33 major limb amputees. *Clin Orthop Relat Res.* 2020;478(9):2161-7.
20. NG, SS et al. What is the quality of life of transtibial amputees in Brunei Darussalam? *Malays Orthop J.* 2020;14(2):39-46.
21. ROSCA, AC et al. Psychological consequences in patients with amputation of a limb. An interpretative-phenomenological analysis. *Front Psychol.* 2021;12:537493
22. TEIXEIRA, PEP et al. Understanding intracortical excitability in phantom limb pain: A multivariate analysis from a multicenter randomized clinical trial. *Neurophysiol Clin.* 2021;51(2):161-73.
23. VATS, D et al. Estimulação magnética transcraniana repetitiva do córtex pré-frontal dorsolateral para dor do membro fantasma: Um ensaio controlado randomizado. *PainPhysician.* 2024;27:E589-95.
24. WU, H et al. Pain without presence: a narrative review of the pathophysiological landscape of phantom limb pain. *Front Pain Res (Lausanne).* 2025;6:1419762.
25. YANAGISAWA, T et al. BCI training to move a virtual hand reduces phantom limb pain: a randomized crossover trial. *Neurology.* 2020;95(4):417-26.