JSIHS JOURNAL OF SOCIAL ISSUES AND HEALTH SCIENCES

ISSN 2966-0742

Queimaduras Elétricas de Alta Tensão: lesão profunda, síndrome compartimental e reconstrução - revisão narrativa

High-Voltage Electrical Burns: deep tissue injury, compartment syndrome, and reconstruction - narrative review

Quemaduras Eléctricas de Alta Tensión: lesión profunda, síndrome compartimental y reconstrucción - revisión narrativa

DOI: 10.5281/zenodo.23785865

Recebido: 28 out 2026
Aprovado: 29 out 2026

Edwardo Arcanjo Silva
Formação acadêmica: Médico.
Instituição de formação: Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Medicina.
Endereço: Brasília – Distrito Federal, Brasil.
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-4700-6387
E-mail: edwardoarcanjo@gmail.com

Cláudio Borges Alves
Formação acadêmica: Médico.
Instituição de formação: Escola Superior de Ciências da Saúde (ESCS), Universidade do Distrito Federal (UnDF).
Endereço: Brasília – Distrito Federal, Brasil.
E-mail: claudioborgesalves@gmail.com

Lucas Homan Sousa do Nascimento
Formação acadêmica: Médico.
Instituição de formação: Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Medicina.
Endereço: Goiânia – Goiás, Brasil.
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-1415-1182
E-mail: lucashoman123@gmail.com

RESUMO

Introdução: Lesões elétricas de alta tensão podem provocar destruição de músculos, vasos e nervos desproporcional às alterações cutâneas visíveis, com risco de arritmias, rabdomiólise, insuficiência renal e perda de membros. Objetivo: Organizar avaliação inicial, vigilância sistêmica, descompressão cirúrgica e estratégias de reconstrução após queimaduras elétricas. Métodos: Revisão narrativa crítica de diretrizes de encaminhamento, consenso especializado e revisões de emergência e cirurgia reconstrutiva disponíveis até outubro de 2026, sem dados primários ou síntese estatística original. Discussão: Avaliação de trauma e eletrocardiograma precoces devem ser associados a exame neurovascular seriado e monitoramento renal, eletrolítico e muscular quando indicados. Escarotomia e fasciotomia tratam mecanismos compressivos diferentes. O desbridamento deve respeitar a possível progressão da necrose profunda, com cobertura reconstrutiva escolhida conforme viabilidade vascular e exposição de estruturas nobres. Conclusão: O reconhecimento de lesões ocultas, a prevenção de complicações sistêmicas e a reconstrução funcional em etapas são mais relevantes que a aparência cutânea inicial.

Palavras-chave: Queimaduras elétricas. Rabdomiólise. Síndrome compartimental. Fasciotomia. Reconstrução.

ABSTRACT

Introduction: High-voltage electrical injuries may destroy muscles, vessels, and nerves beyond the visible skin lesion, with risks of arrhythmias, rhabdomyolysis, kidney injury, and limb loss. Objective: To organize initial assessment, systemic surveillance, surgical decompression, and reconstruction after electrical burns. Methods: A critical narrative review of referral guidelines, expert consensus, and emergency and reconstructive surgery literature available through October 2026, without primary data or original statistical synthesis. Discussion: Trauma assessment and early electrocardiography should be combined with serial neurovascular examinations and appropriate renal, electrolyte, and muscle injury monitoring. Escharotomy and fasciotomy address different mechanisms of compression. Debridement should account for possible progression of deep tissue necrosis, while reconstructive coverage depends on vascular viability and the exposure of critical structures. Conclusion: Recognition of occult injury, prevention of systemic complications, and staged functional reconstruction are more important than the initial skin appearance. Interpretation must account for heterogeneity across studies, individual anatomy, local resources, and the limitations of available evidence. Clinical decisions therefore require context-sensitive judgment rather than unsupported generalizations about the comparative superiority of a single approach.

Keywords: Electrical burns. Rhabdomyolysis. Compartment syndrome. Fasciotomy. Reconstruction.

RESUMEN

Introducción: Las lesiones eléctricas de alta tensión pueden destruir músculos, vasos y nervios de forma desproporcionada a los cambios cutáneos visibles, con riesgo de arritmias, rabdomiólisis, insuficiencia renal y pérdida de extremidades. Objetivo: Organizar evaluación inicial, vigilancia sistémica, descompresión quirúrgica y reconstrucción después de quemaduras eléctricas. Métodos: Revisión narrativa crítica de guías de derivación, consenso experto y literatura de urgencias y cirugía reconstructiva disponible hasta octubre de 2026, sin datos primarios ni síntesis estadística original. Discusión: La evaluación traumática y el electrocardiograma precoz deben combinarse con examen neurovascular seriado y vigilancia renal, electrolítica y muscular según indicación. Escarotomía y fasciotomía tratan mecanismos compresivos diferentes. El desbridamiento debe considerar progresión de necrosis profunda y la cobertura reconstructiva depende de viabilidad vascular y exposición de estructuras críticas. Conclusión: Reconocer lesiones ocultas, prevenir complicaciones sistémicas y reconstruir funcionalmente en etapas es más importante que la apariencia cutánea inicial. La interpretación debe considerar la heterogeneidad de los estudios, la anatomía individual, los recursos locales y las limitaciones de la evidencia disponible. Las decisiones clínicas requieren un juicio contextual y no extrapolaciones sobre la superioridad universal de una técnica.

Palabras clave: Quemaduras eléctricas. Rabdomiólisis. Síndrome compartimental. Fasciotomía. Reconstrucción.

1. INTRODUÇÃO

Lesões elétricas produzem mecanismos diretos e indiretos de dano. A energia transferida e a conversão em calor podem determinar necrose profunda, lesões vasculares e neuropatia com achados cutâneos inicialmente discretos. A alta tensão, usualmente definida como 1.000 volts ou mais nas diretrizes de referência, configura indicação de consulta imediata a centro de queimados com avaliação de transferência (American Burn Association, 2024).

A investigação do percurso da corrente e das circunstâncias da lesão deve incluir possibilidade de queda, trauma associado, parada cardiorrespiratória e tempo de contato. Esta revisão integra princípios de

emergência, descompressão e reconstrução, com ênfase na tomada de decisão por gravidade sistêmica e viabilidade do membro.

2. METODOLOGIA

Esta revisão narrativa crítica foi elaborada a partir de diretrizes de sociedades científicas, consensos e estudos clínicos e de síntese relevantes publicados até outubro de 2026. A seleção foi temática e orientada por aplicabilidade clínica, rigor metodológico e segurança do paciente; não houve protocolo prospectivo, busca exaustiva reprodutível, avaliação formal de risco de viés nem metanálise própria. Portanto, os resultados expressam integração interpretativa da literatura, e não novas estimativas quantitativas produzidas pelos autores. Os artigos foram utilizados apenas para fundamentar as recomendações e comparações discutidas.

3. MECANISMOS DE LESÃO E EPIDEMIOLOGIA

A gravidade depende da intensidade, trajeto, resistência tecidual, duração e características da corrente, de modo que apenas a voltagem não esgota a avaliação. Tecidos com propriedades elétricas distintas dissipam energia de forma diferente. Lesões por arco elétrico podem ter características térmicas extensas mesmo sem contato prolongado, enquanto descargas diretas podem produzir lesões profundas e sistêmicas.

Acidentes ocupacionais e exposição a linhas elétricas figuram entre circunstâncias relevantes de alta tensão. A apresentação varia de feridas pequenas e profundas a necrose extensa e trauma multissistêmico. Não existe correlação simples entre superfície corporal queimada aparente e intensidade de dano muscular; por isso, a classificação de profundidade cutânea isoladamente subestima a lesão (Zemaitis; Guirguis; Cindass, 2025).

4. ABORDAGEM INICIAL

A sequência de atendimento prioriza vias aéreas, ventilação, circulação, controle de hemorragia e identificação de trauma associado. O eletrocardiograma inicial é parte importante do rastreamento de arritmias, principalmente em lesões de alta tensão, perda de consciência, sintomas cardíacos ou eventos de parada. A decisão de monitorização contínua depende do mecanismo e de achados clínicos e eletrocardiográficos, evitando tanto submonitorização quanto extrapolação indiscriminada de protocolos.

O exame deve registrar entrada e saída aparentes, edema, déficit motor e sensitivo, pulso, enchimento capilar, dor à mobilização passiva e temperatura dos membros. Em situações de possível lesão

muscular, a avaliação inclui creatinoquinase, eletrólitos, creatinina, urina e tendência evolutiva; a interpretação de valores laboratoriais depende do tempo decorrido da lesão e do contexto clínico (Smith; Kidd, 2026).

5. RABDOMIÓLISE, FUNÇÃO RENAL E FLUIDOS

Rabdomiólise decorre da destruição muscular com liberação de mioglobina e eletrólitos, podendo causar hipercalemia, acidose e lesão renal aguda. A tríade clássica de dor muscular, fraqueza e urina escura não está presente em todos os casos. Monitorar diurese, creatinina, creatinoquinase e potássio é fundamental em lesões graves ou suspeitas; os valores laboratoriais não devem atrasar tratamento de uma síndrome compartimental evidente.

A reposição volêmica deve ser guiada por repercussão fisiológica, extensão de queimaduras associadas, função renal e monitoramento clínico, evitando extrapolar de forma automática fórmulas de queimaduras térmicas para todas as lesões elétricas. Reanimação insuficiente agrava isquemia renal; reposição excessiva pode aumentar edema e piorar pressões compartimentais. A cooperação com terapia intensiva e nefrologia é particularmente importante nos quadros de disfunção renal ou distúrbios eletrolíticos (Smith; Kidd, 2026).

6. ESCAROTOMIA E FASCIOTOMIA

Escarotomia libera a compressão exercida por escara cutânea rígida, sobretudo em queimaduras circunferenciais de espessura total com comprometimento de perfusão ou ventilação. Já a fasciotomia abre compartimentos fasciais profundos em síndrome compartimental verdadeira, mais provável com lesões musculares por alta tensão. Um paciente pode precisar de uma, de ambas ou de nenhuma; indicar fasciotomia apenas pela presença de queimadura não é correto.

A suspeita deve ser alimentada por dor desproporcional, dor à extensão passiva, déficit sensitivo ou motor, tensão, perfusão comprometida e evolução rápida. Medições pressóricas podem auxiliar quando o exame é inconclusivo; a urgência terapêutica não deve ser atrasada por exames em quadro clínico inequívoco. Pulsos palpáveis não afastam síndrome compartimental inicial. O consenso especializado de 2025 enfatiza vigilância e descompressão adequadas diante de dano elétrico profundo (National Expert Consensus, 2025).

Quadro 1. Diferenças entre escarotomia e fasciotomia

Intervenção	Problema tratado	Estrutura liberada
Escarotomia	Constrição por escara circunferencial	Pele/escarra de espessura total

Intervenção	Problema tratado	Estrutura liberada
Fasciotomia	Hipertensão de compartimento muscular	Fáscia profunda do compartimento
Desbridamento	Tecido desvitalizado e carga necrótica	Pele, gordura, músculo ou outras estruturas inviáveis
Cobertura por retalho	Exposição de estrutura sem leito enxertável	Transferência de tecido vascularizado

Fonte: elaboração dos autores com base na literatura discutida.

7. DESBRIDAMENTO, VIABILIDADE E AMPUTAÇÃO

A necrose muscular pode progredir mesmo depois de uma inspeção inicial aparentemente favorável. Desbridamentos sucessivos podem ser necessários até que se identifique margem de tecido viável; retirar tecido saudável excessivamente compromete a possibilidade reconstrutiva. A avaliação de músculo considera coloração, consistência, contratilidade e sangramento, sem depender de um sinal isolado.

A decisão de amputação é multidisciplinar e considera perfusão irreversivelmente perdida, necrose extensa, infecção não controlável, condição sistêmica e potencial funcional residual. O salvamento anatômico não é sinônimo de recuperação útil se o membro permanece insensível, doloroso e sem função. A comunicação precoce sobre possibilidade de cirurgia em etapas, reconstrução e reabilitação é parte do consentimento (National Expert Consensus, 2025).

8. RECONSTRUÇÃO FUNCIONAL

A cobertura reconstrutiva depende de vasos receptores viáveis e do grau de exposição de tendões, vasos, nervos e osso. Enxertos de pele são possíveis em leitos adequadamente vascularizados; retalhos locais, regionais ou livres tornam-se necessários diante de grandes defeitos e estruturas nobres desprotegidas. Em lesões elétricas, o planejamento deve reconhecer que vasos aparentemente preservados podem ter lesão de íntima ou trombose tardia.

Reconstruções em etapas podem compreender desbridamento, controle infeccioso, cobertura estável, tratamento de cicatrizes e procedimentos para função de mão. A prioridade é permitir reabilitação realista e reduzir dependência funcional. A escolha entre retalho muscular e fasciocutâneo depende do leito, do volume exigido, da possibilidade de anastomose e da experiência disponível.

9. COMPLICAÇÕES TARDIAS E SEGUIMENTO

Neuropatia periférica, contraturas, cicatrização problemática, dor persistente e alterações psicológicas podem prolongar a recuperação. O seguimento deve incluir força, sensibilidade, amplitude

articular, retorno ao trabalho, qualidade de vida e adaptação de próteses quando aplicável. Em lesões graves, vigilância renal e avaliação de comorbidades da internação também podem ser necessárias.

A avaliação de sequela tardia deve diferenciar compressão nervosa, lesão axonal, contratura, aderência tendínea e doença vascular. Diferentes mecanismos exigem tratamentos distintos; procedimentos reconstrutivos devem ter objetivos funcionais explícitos, documentados antes da operação.

Quadro 2. Sinais de alerta após lesão elétrica

Sistema	Achados	Ação inicial
Cardíaco	Arritmia, síncope, dor torácica	ECG e monitorização conforme risco
Muscular/renal	Edema, CK elevada, oligúria, hipercalemia	Monitorar eletrólitos, função renal, diurese e fluidos
Membro	Dor desproporcional, déficit neurológico, tensão	Avaliação cirúrgica urgente de compartimento
Ferida	Necrose progressiva, exposição tendínea ou óssea	Reavaliar viabilidade, desbridar e planejar cobertura

Fonte: elaboração dos autores com base na literatura discutida.

10. DISCUSSÃO

A abordagem de queimaduras elétricas não pode se limitar à área cutânea aparente. A tendência de necrose progressiva e a possibilidade de complicações sistêmicas demandam avaliações repetidas e comunicação entre cirurgias, emergência e terapia intensiva. Diretrizes de encaminhamento e consensos contribuem para triagem, mas estudos de alta tensão frequentemente apresentam heterogeneidade e dificuldades de comparação, especialmente em desfechos funcionais.

A reconstrução deve começar com prevenção de lesão irreversível. Uma cirurgia de cobertura tecnicamente bem-sucedida pode ser insuficiente se edema, isquemia ou rabdomiólise não forem reconhecidos. O planejamento em etapas constitui resposta prudente à evolução incerta dos tecidos, sem substituir decisões emergenciais quando existe risco de morte ou perda de membro.

11. CONCLUSÃO

Queimaduras elétricas de alta tensão exigem triagem sistêmica, vigilância de perfusão e músculo, reconhecimento precoce de síndrome compartimental e desbridamento judicioso. Escarotomia e fasciotomia têm indicações diferentes. A reconstrução segura depende de controle da necrose profunda, cobertura vascularizada quando necessária e reabilitação funcional prolongada.

ISSN 2966-0742

REFERÊNCIAS

AMERICAN BURN ASSOCIATION. Guidelines for Burn Patient Referral. Disponível em: https://www.ameriburn.org/burn-care-team/resources/guidelines-for-burn-patient-referral. Acesso em: 28 out. 2026.

ZEMAITIS, M. R.; GUIRGUIS, M.; CINDASS, R. Electrical Injuries. In: StatPearls. Treasure Island: StatPearls Publishing, atualização em 6 jul. 2025. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448087/. Acesso em: 28 out. 2026.

NATIONAL EXPERT CONSENSUS. National expert consensus on the clinical diagnosis and treatment of high-voltage electrical burns in the limbs (2025 edition). 2025. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12062891/. Acesso em: 28 out. 2026.

SMITH, I.; KIDD, S. Assessment and Management of Electrical Injuries in Adults in the Emergency Department: A Narrative Review. 2026. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC13179728/. Acesso em: 28 out. 2026.

AMERICAN BURN ASSOCIATION. Guidelines for Burn Care. Disponível em: https://www.ameriburn.org/burn-care-team/resources/guidelines-for-burn-patient-referral. Acesso em: 28 out. 2026.