



# Queimaduras elétricas por alta voltagem: cinco anos de análise epidemiológica e tratamento cirúrgico atualizado

*High-voltage electrical burns: five-year epidemiological analysis and updated surgical treatment*

THIAGO HENRIQUE TONDINELI <sup>1\*</sup>  
JUAN ALFREDO SANABRIA RIOS <sup>1</sup>  
KAREM CANDELARIO <sup>2</sup>  
RICARDO CAVALCANTI RIBEIRO <sup>2</sup>  
LUIZ MACEIRA JUNIOR <sup>3</sup>  
MARIA CRISTINA DO VALLE  
FREITAS <sup>3,4</sup>

Instituição: Hospital Santa Casa de  
Misericórdia do Rio de Janeiro,  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Artigo submetido: 5/10/2015.  
Artigo aceito: 12/5/2016.

Conflitos de interesse: não há.

DOI: 10.5935/2177-1235.2016RBCP0062

## ■ RESUMO

**Introdução:** Avaliar cinco anos de análise epidemiológica e tratamento cirúrgico atualizado das queimaduras elétricas por alta voltagem. **Métodos:** Foi realizado um estudo descritivo, retrospectivo de corte transversal, no Centro de Terapia de Queimados Dr. Oscar Plaisant, do Hospital Federal do Andaraí, Rio de Janeiro, Brasil, no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2014. Foi aplicado um formulário nos prontuários dos 38 pacientes incluídos no estudo, a fim de avaliar as variáveis definidas. **Resultados:** Foram analisados 38 pacientes por queimadura elétrica de alta voltagem, sendo 95% dos casos do sexo masculino, com faixa etária entre 21-42 anos. O local de ocorrência mais frequente foi o trabalho, em 55,3%. A porcentagem de SCQ variou de 1-60%. A parte do corpo mais acometida foi a mão esquerda, em 55,26%. O preparo pré-cirúrgico para autoenxertia foi necessário em 34,21%, sendo a média de tempo transcorrido 37,5 dias, o tipo de tratamento cirúrgico foi desbridamento seriado sob anestesia geral em 100%, autoenxertia em 31,6%, amputação em 18,4% e fasciotomia em 5,3% dos pacientes. A taxa de óbito foi de 0%. **Conclusões:** O estudo observou que as queimaduras elétricas ocorrem mais frequentemente em adultos jovens no local de trabalho, portanto, é necessário desenvolver políticas de sensibilização para a segurança no local de trabalho. Apesar da gravidade da lesão, pacientes com suporte clínico adequado e avaliação cirúrgica precoce têm mais probabilidade de sobreviver, mesmo com altas taxas de amputação, confirmando a necessidade de mais pesquisas sobre a eletroporação.

**Descritores:** Queimaduras; Queimaduras elétricas; Acidentes de trabalho; Epidemiologia.

<sup>1</sup> Hospital Santa Casa de Misericórdia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Hospital Casa de Portugal, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>3</sup> Hospital Federal do Andaraí, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>4</sup> Sociedade Brasileira de Queimaduras, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

## ■ ABSTRACT

**Introduction:** Evaluation of a 5-year epidemiological analysis and updated surgical treatment of high-voltage electrical burns. **Methods:** A descriptive, retrospective cross-sectional study was conducted in the Center of Burn Treatment Dr. Oscar Plaisant, Federal Hospital of Andaraí, Rio de Janeiro, Brazil, from January 2009 to December 2014. A form was applied to the medical records of 38 patients included in the study in order to assess the defined variables. **Results:** In total, 38 patients with high-voltage burns were evaluated, 95% of whom were men aged between 21 and 42 years. The most frequent place of occurrence was the workplace in 55.3% of cases. The percentage of burned total body surface area ranged from 1% to 60%. The most affected part of the body was the left hand in 55.26% cases. Presurgical preparation for self-grafting was necessary in 34.21% subjects, and the mean time elapsed was 37.5 days. The type of surgical treatment was serial debridement under general anesthesia in 100% of the patients, self-grafting in 31.6%, amputation in 18.4%, and fasciotomy in 5.3%. The mortality rate was 0%. **Conclusions:** The study indicated that electrical burns occur most often in young adults in the workplace; therefore, policies should be developed to raise safety awareness in the workplace. Despite the severity of the injury, patients with adequate clinical support and early surgical evaluation are more likely to survive, even with high rates of amputation, confirming the need for more research on electroporation.

**Keywords:** Burns; Electrical burns; Work accidents; Epidemiology.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, as queimaduras permanecem como um grande problema de saúde pública mundialmente, causando cerca de 265.000 mortes a cada ano somente por chama, com mais mortes por escaldadura e aproximadamente 1000 mortes por ano só nos EUA por queimaduras elétricas<sup>1,2</sup>, gerando um importante impacto socioeconômico.

Existem dois tipos de voltagem; baixa voltagem (abaixo dos 500 Volts) e alta voltagem (acima desta cifra)<sup>2</sup>. Queimaduras elétricas por alta voltagem se apresentam com maior incidência nos adultos trabalhadores do sexo masculino, da área da eletricidade, que sem proteção adequada entram em contato com fios de alta tensão, com consequências nefastas. Por outro lado, as de baixa voltagem atingem crianças que durante atividades lúdicas introduzem os dedos e cavidade oral nas tomadas elétricas e artefatos dos domicílios, causando injúria de maneira quase exclusiva no local de contato<sup>3-5</sup>.

Queimaduras elétricas por alta voltagem diferem das queimaduras térmicas ou químicas

cl clinicamente, causando muito mais dano subdérmico. Com frequência, ocasionam extensa lesão em estruturas profundas, gerando impacto no sistema nervoso central e, conseqüentemente, levando a desenvolvimento de disfunção multiorgânica, porém, inicialmente a sua extensão e gravidade podem ser subestimados<sup>6</sup>.

O termo eletrotrauma envolve três mecanismos principais, os quais determinam o prognóstico do paciente; a seguir; 1) trauma elétrico por passagem de corrente elétrica, 2) arco elétrico, e 3) chama secundária à ignição das roupas<sup>7</sup>. O tratamento das lesões por queimaduras elétricas por alta voltagem inclui frequentemente desbridamentos seriados, autoenxertos cutâneos, fasciotomias, retalhos locais ou livres e ainda, em situações de extrema inviabilidade do membro afetado, amputações, que podem chegar até 75%<sup>8</sup>.

Este artigo descreve as consequências do contato acidental com corrente elétrica, a sua correlação com a epidemiologia mundial e os princípios envolvidos no tratamento cirúrgico das queimaduras segundo a experiência nos últimos cinco anos no Centro de Tratamento de Queimados Dr. Oscar Plaisant, do

Hospital Federal do Andaraí (CTQ-HFA), no Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

## OBJETIVO

Analisar os casos atendidos por queimadura elétrica por alta voltagem e o tratamento cirúrgico realizado no período em questão, comparando-o com as estatísticas atuais na literatura mundial.

## MÉTODOS

Foi realizado um estudo descritivo, retrospectivo de corte transversal no CTQ-HFA, no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2014. A amostra foi de 38 pacientes, incluindo todos aqueles internados e diagnosticados com queimaduras elétricas por alta voltagem, aplicando como critério de exclusão pacientes com queimadura elétrica por baixa voltagem. Foi desenhado e aplicado um formulário padrão elaborado pelos autores.

A fonte de informações foram os dados contidos nos prontuários dos pacientes, fornecidos pelo departamento de estatísticas e arquivos do HFA, sendo avaliados os seguintes indicadores epidemiológicos: sexo, idade, local de ocorrência, porcentagem da superfície corporal queimada (SCQ), parte do corpo acometida, tempo de preparo pré-operatório, tipo de tratamento cirúrgico e taxa de mortalidade. Estes dados foram analisados a partir de estatística descritiva.

Este estudo cumpriu com os princípios da “Declaração de Helsinque da Associação Médica Mundial” (WMA) - Princípios Éticos para Pesquisa Médica envolvendo Seres Humanos - 59<sup>a</sup> Assembleia Geral da Associação Médica Mundial, Seul, outubro 2008. A pesquisa atendeu às Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas envolvendo seres humanos, previstas na Resolução n<sup>o</sup> 466, de 12/12/12, do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde.

## RESULTADOS

Foram analisados 38 casos de pacientes internados por queimadura elétrica de alta voltagem, sendo 95% do sexo masculino (Figura 1), com faixa etária entre 21-42 anos. O local de ocorrência mais frequente foi o trabalho, em 55,3%. A porcentagem de SCQ variou de 1-60%; a parte do corpo mais acometida foi a mão esquerda, em 55,26%; o preparo pré-cirúrgico para autoenxertia foi necessário em 34,21%, sendo a média de tempo transcorrido 37,5 dias.

A prevalência do tipo de tratamento cirúrgico foi desbridamento seriado sob anestesia geral em 100% dos casos, autoenxertia em 31,6%, amputação em 18,4% e fasciotomia em 5,3% dos pacientes (Figura 2).

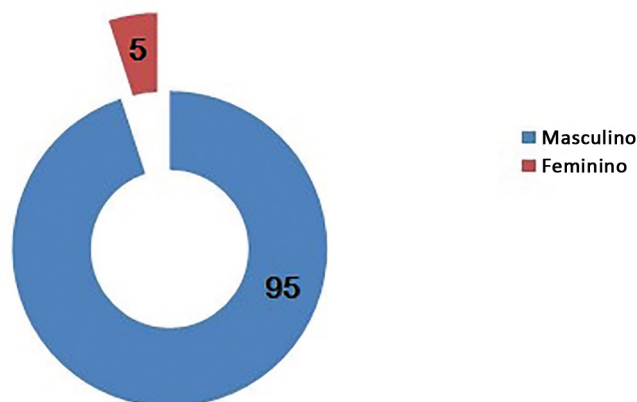


Figura 1. Distribuição por sexo do total de casos analisados.

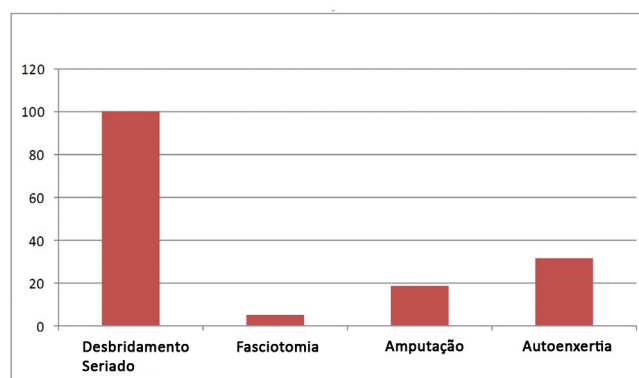


Figura 2. Distribuição do percentual do tipo de tratamento cirúrgico instaurado.

A taxa de óbito foi de 0%. Observou-se que, do total de amputações, 65% ocorreu entre o primeiro e o décimo dia, e até o vigésimo dia foi o limite para concluir as amputações necessárias, e a partir do dia 21<sup>o</sup>, o restante foi para autoenxertia (Figura 3). Apresenta-se caso exemplificando mecanismo de entrada da corrente elétrica nas palmas das mãos (Figura 4), área extensa de saída da corrente elétrica na região dorsal (Figura 5), e área preparada para realização de autoenxerto cutâneo (Figura 6).

## DISCUSSÃO

Várias séries mostram o predomínio estatístico do sexo masculino nas queimaduras por alta voltagem, e na faixa etária entre os 14 e os 55 anos. Pham et al.<sup>9</sup> demonstraram em um estudo multicêntrico que acima dos 55 anos o eletrotrauma constitui somente 1,6% de todos os traumas deste tipo. Fato este relacionado evidentemente com a atividade profissional em si e a idade de aposentadoria.

As taxas de injúria elétrica nos adultos são significativamente mais altas entre os homens do que entre as mulheres; várias séries mostram que estas lesões se apresentam em até 80% no sexo masculino,

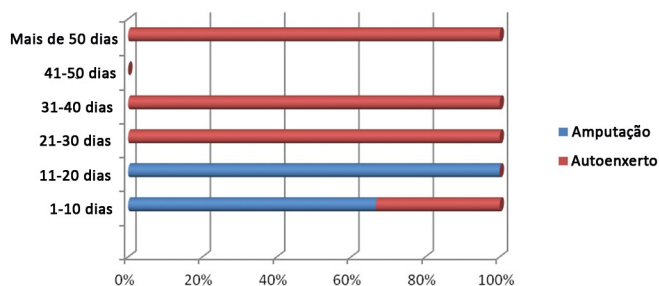


Figura 3. Distribuição temporal de realização de amputação e enxerto.



Figura 4. Queimadura elétrica, região de entrada de corrente nas mãos.



Figura 5. Paciente com queimadura elétrica, apresentando orifício de saída da corrente na região dorsal.

sem susceptibilidade racial, muito provavelmente em decorrência da predisposição ocupacional<sup>10</sup>. Em nosso estudo encontrou-se concordância com estes dados, com um intervalo de idade entre 21 e 42 anos.

Porcentagem de superfície corporal queimada tem sido amplamente demonstrada como um dos principais fatores de risco em relação com a mortalidade por trauma elétrico. Gokdemir et al.<sup>11</sup> mostraram TBSA maior de 20%, assim como idade maior de 40 anos como diretos fatores de risco de mortalidade. Nossa casuística mostrou variabilidade extensa na SCQ entre 1 e 60%, com média de 29,5%, sem associação com mortalidade, o que pode ter relação com os protocolos



Figura 6. Área de epiteliação na região acometida, pronta para autoenxertia.

de estabilização e manejo clínico inicial e contínuo instaurados durante o período de tratamento.

No entanto, é fundamental ressaltar o fato de que neste tipo específico de queimaduras não é possível determinar a gravidade da lesão corporal baseado unicamente na SCQ nem nos sítios de entrada e saída da corrente elétrica, devido a que, no seu percurso, a eletricidade causa injúria térmica nas células e tecidos no seu trajeto, desencadeando danos em múltiplos órgãos e sistemas do organismo. O tempo ideal entre a ocorrência do trauma e a execução do autoenxerto cutâneo é motivo de controvérsia.

Gokdemir et al.<sup>11</sup> sugeriram que não existe um consenso geral aceito para decisão do método ideal a ser realizado. Quando o tecido inviável é desbridado precocemente em preparo para a enxertia, mesmo com aparência do leito em adequadas condições para aceitar o novo tecido, em certas ocasiões o trauma ainda não é definitivo e posterior necrose tecidual com perda do enxerto pode ocorrer. Por outro lado, quando este é executado depois do dia 14 pós-trauma, seria mais passível de se evidenciar a área definitiva de necrose a ser desbridada, porém, perdas do tecido aparentemente viáveis têm sido observadas até depois do vigésimo dia.

Em nossa série o tempo médio requerido foi de 37,5 dias, refletindo uma orientação da conduta mais conservadora, com resultados favoráveis, sem perdas de enxertos. O desbridamento seriado sob anestesia geral faz parte da rotina de tratamento do paciente queimado. Dependendo da extensão e profundidade da queimadura, são tomadas as decisões quanto ao tipo de agente a ser utilizado durante a balneoterapia e o tempo ideal de preparo para procedimentos cirúrgicos posteriores ou como tratamento definitivo<sup>12</sup>; todos os pacientes recebidos nesta unidade receberam esta modalidade terapêutica.

Procedimentos de maior complexidade em relação com outras etiologias de queimadura, estes apresentam tendência a serem mais frequentes, como fasciotomias para prevenção de síndrome compartimental e salvamento do membro, que devem ser executados entre as primeiras 6 a 8 horas depois da injúria inicial, se houver suspeita de comprometimento. Em outras séries representam até 27%, enquanto neste estudo observamos apenas 5,3% de incidência deste tipo de procedimento.

Amputações, que na nossa casuística correspondem a 18,4%, sendo necessária a sua execução em média até o decimo dia em decorrência de infecção do tecido inviável ou franca necrose segmentar do membro afetado, em outras séries se evidenciam numa proporção relativamente similar, representando em torno de 12%<sup>13</sup>.

Reconstrução com retalhos distais (*cross arm* ou abdominal) representam desvantagens práticas a serem consideradas, como necessidade de imobilização do membro e conseqüente edema, além da prolongada internação hospitalar, gerando mais custos. Portanto, sempre que possível, devem ser utilizados retalhos locais ou em casos selecionados retalhos livres microcirúrgicos<sup>14,15</sup>. Na amostra analisada não houve necessidade de realização deste tipo de reconstrução.

## CONCLUSÃO

Nosso estudo aponta a uma forte preponderância do subgrupo populacional dos trabalhadores, especificamente da área da construção e da eletricidade. Assim, se por um lado se intui uma relação direta causa-efeito em decorrência da modalidade trabalhista, por outro, se evidencia uma importante precariedade nos sistemas de prevenção dos acidentes de trabalho e proteção do operário.

Em comparação com a literatura, observamos ausência de óbito, porém permanece a dúvida de quantos destes pacientes não chegam a centros especializados de tratamento ou foram tratados em outras instituições. Faz-se necessário instaurar estratégias focadas neste objetivo de absoluta relevância para uma efetiva redução na incidência deste trágico desfecho, que em boa proporção dos casos compromete a vida e a qualidade de vida destes doentes, assim como estimular a atividade de pesquisa científica nesta área que contribua efetivamente com o aprimoramento dos protocolos de manejo da vítima de queimadura elétrica.

\*Autor correspondente:

**Thiago Henrique Tondinelli**

Rua Professor Gastão Bahiana, 496, Apt 1010 - Lagoa - Rio de Janeiro, Brasil  
CEP 22071-030  
E-mail: thitondi@yahoo.com.br

## COLABORAÇÕES

- THT** Aprovação final do manuscrito; concepção e desenho do estudo; redação do manuscrito ou revisão crítica de seu conteúdo.
- JASR** Análise e/ou interpretação dos dados; análise estatística; concepção e desenho do estudo; redação do manuscrito ou revisão crítica de seu conteúdo.
- RCR** Aprovação final do manuscrito.
- KC** Análise estatística; concepção e desenho do estudo.
- MCVF** Aprovação final do manuscrito.
- LMJ** Aprovação final do manuscrito.

## REFERÊNCIAS

- World Health Organization. Burn fact sheet no 365. 2014. [Acesso 2016 Jul 4]. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs365/en/>
- Gajbhiye AS, Meshram MM, Gajjaralwar RS, Kathod AP. The management of electrical burn. *Indian J Surg.* 2013;75(4):278-83.
- Lengyel P, Frišman E, Babík J, Orság J, Baran M, Gajdoš J. Electrical burns in our workplace. *Acta Chir Plast.* 2014;56(1-2):13-4.
- Zámečníková I, Stětinský J, Tymonová J, Kadlčík M. Burn injury in children. *Acta Chir Plast.* 2005;47(1):13-5.
- Salehi SH, Fatemi MJ, Ašadi K, Shoar S, Ghazarian AD, Samimi R. Electrical injury in construction workers: a special focus on injury with electrical power. *Burns.* 2014;40(2):300-4.
- Ghavami Y, Mobayen MR, Vaghardoost R. Electrical burn injury: a five-year survey of 682 patients. *Trauma Mon.* 2014;19(4):e18748.
- Sanford A, Gamelli RL. Lightning and thermal injuries. *Handb Clin Neurol.* 2014;120:981-6.
- Lipový B, Rihová H, Kaloudová Y, Suchánek I, Gregorová N, Hokynková A, et al. The importance of a multidisciplinary approach in the treatment of mutilating electrical injury: a case study. *Acta Chir Plast.* 2010;52(2-4):61-4.
- Pham TN, Kramer CB, Wang J, Rivara FP, Heimbach DM, Gibran NS, et al. Epidemiology and outcomes of older adults with burn injury: an analysis of the National Burn Repository. *J Burn Care Res.* 2009;30(1):30-6.
- Luz DP, Millan LS, Alessi MS, Uguetto WF, Paggiaro A, Gomez DS, et al. Electrical burns: a retrospective analysis across a 5-year period. *Burns.* 2009;35(7):1015-9.
- Gokdemir MT, Aldemir M, Sogut O, Guloglu C, Sayhan MB, Orak M, et al. Clinical outcome of patients with severe burns presenting to the Emergency Department. *J Current Surg.* 2012;2(1):17-23.
- Agbenorku P. Modernized standards in burns management: a comparative study in Komfo Anokye Teaching Hospital, Kumasi, Ghana. *Burns.* 2013;39(5):990-6.
- Fernandes FM, Torquato IM, Dantas MS, Pontes Júnior F de A, Ferreira J de A, Collet N. Burn injuries in children and adolescents: clinical and epidemiological characterization. *Rev Gauch Enferm.* 2012;33(4):133-41.
- Gajbhiye AS, Meshram MM, Gajjaralwar RS, Kathod AP. The management of electrical burn. *Indian J Surg.* 2013;75(4):278-83.
- Agbenorku P, Agbenorku E, Akpaloo J, Obeng G, Agbley D. Electrical burns: The trend and risk factors in the Ghanaian population. *Ann Burns Fire Disasters.* 2014;27(4):176-83.