

## مروری بر سوختگی الکتریکی و عوارض آن: مقاله مروری

### چکیده

دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۱ ویرایش: ۱۳۹۷/۰۱/۲۸ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۱۷ آنلاین: ۱۳۹۷/۰۶/۲۷

کامران آقاخانی

مریم عامری\*

گروه پزشکی قانونی و مسمومیت‌ها، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

با اینکه انرژی الکتریکی یکی از بهترین و تمیزترین انرژی‌ها است اما روش حفاظت و بهره‌برداری صحیح از آن همیشه و در همه‌جا با مشکلاتی همراه است. یکی از مهمترین مشکلات آن، برق‌گرفتگی و خطرات ناشی از آن است که گاهی موجب از دست دادن جان انسان‌ها می‌گردد. وقتی بدن یا قسمتی از آن کاملاً در یک میدان جریان قوی برق قرار گیرد یا تماس با مصدومی که به منبع قوی برق متصل است برقرار شود، فرد دچار سوختگی الکتریکی می‌شود. ضایعات ناشی از سوختگی الکتریکی حدوداً ۵٪ از تخت‌های بستری مراکز بزرگ سوختگی را به خود اختصاص می‌دهند. نوع عوارض ناشی از سوختگی الکتریکی با توجه به محل ورود جریان الکتریسیته، شدت آن و مقاومت بافتی متفاوت است. اما کمابیش بیشترین عوارض فیزیکی مربوط به دست‌ها و اندام‌های فوقانی بدن می‌باشد. از سوی دیگر آسیب‌های روحی و مشکلات آتی ناشی از کارافتادگی و بی‌کاری، زندگی مصدومان سوختگی الکتریکی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. افزون‌بر انجام اقدامات صحیح و به موقع در درمان مصدوم، شناخت و مدیریت عوارض کوتاه‌مدت و بلندمدت ناشی از سوختگی الکتریکی از اهمیت زیادی برخوردار است. در این مطالعه مروری ضمن معرفی انواع سوختگی الکتریکی و آمارهای گزارش شده درباره آن، عوارض مختلف ناشی از سوختگی الکتریکی مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. آگاهی از میزان بروز سوختگی الکتریکی در اقشار جامعه و انواع عوارض ناشی از آن به برنامه‌ریزی و مدیریت مشکلات مصدومین سوختگی الکتریکی و همچنین اتخاذ راه‌کارها برای جلوگیری از بروز این حوادث کمک شایانی می‌کند.

**کلمات کلیدی:** عوارض، سوختگی الکتریکی، برق‌گرفتگی، انرژی الکتریکی.

\* نویسنده مسئول: تهران، میدان ولیعصر، خیابان کریم خان زند، خیابان به‌آفرین، بیمارستان فیروزگر.

تلفن: ۸۲۱۴۱۷۴۳ - ۰۲۱

E-mail: m59\_ameri@yahoo.com

الکتریکی است.<sup>۱</sup> در سال‌های اخیر، سوختگی‌ها به این نقطه رسید که اکنون به‌عنوان یک مشکل جدی محسوب می‌شود.<sup>۲</sup> آمارها نشان می‌دهد که یکی از خطرهایی که انسان‌ها را تهدید می‌کند سوختگی است که در کشورهای پیشرفته سالانه جان تعداد زیادی از انسان‌ها را گرفته و ناتوانی‌های فراوانی را بر جای می‌گذارد.<sup>۳</sup> آسیب واقعی ناشی از برق‌گرفتگی زمانی رخ می‌دهد که جریان برق از درون بدن عبور کند. مهمترین نکته در این نوع آسیب این است که

سوختگی‌های الکتریکی ۵ تا ۷٪ از انواع سوختگی‌ها را تشکیل می‌دهند، اما آسیب‌های ناشی از آن‌ها بیشترین عوارض را در میان انواع سوختگی‌ها دارند. شایعترین محل وقوع این آسیب‌ها، مراکز صنعتی و بیشترین قربانیان آن مردان هستند.<sup>۴</sup>

انواع سوختگی‌های الکتریکی شامل سوختگی با جریان برق ولتاژ بالا (بالتر از ۱۰۰۰ ولت)، سوختگی با ولتاژ پایین (پایین‌تر از ۱۰۰۰ ولت)، سوختگی ناشی از صاعقه و سوختگی ناشی از قوس

مرگ‌ومیر متغیری از صفر تا ۲۱/۷٪ را گزارش کرده‌اند.<sup>۹</sup> بار سوختگی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه متفاوت است. طبق گزارش‌های مختلف، در کشورهای در حال توسعه شایع‌تر است و آمار نشان می‌دهد که شیوع آن در میان مردان بالاتر است.<sup>۱۰</sup> آمارهای جهانی نیز بیان‌کننده این مطلب است که اگرچه بیشترین مرگ‌ومیر ناشی از سوختگی به سوختگی‌های الکتریکی اختصاص دارد، اما میانگین مصدومان برق‌گرفتگی کمتر از ۰/۵٪ بیماران پذیرفته شده در بیمارستان‌های سوختگی است.<sup>۱۱</sup>

نتایج یک مطالعه انجام شده در سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۳ در بیمارستان هفت تیر تهران نشان داد که جوانان بیشترین افراد در معرض خطر سوختگی الکتریکی را تشکیل می‌دهند.<sup>۱۲</sup> همچنین این بررسی نشان می‌دهد که با وجود اینکه بیشتر مصدومان در صحنه حادثه فوت می‌شوند اما شانس بقا در بیماران صدمه دیده‌ای که در بیمارستان بستری شده‌اند بالا است، به‌طوری‌که نرخ مرگ‌ومیر در مصدومان بستری شده تنها ۱٪ گزارش شده است.<sup>۱۳</sup> بررسی موارد منجر به فوت ارجاعی به سازمان پزشکی قانونی نیز نشان می‌دهد که متوسط سن در برق‌گرفتگی‌های منجر به مرگ ۲۴ سال می‌باشد.<sup>۱</sup> میزان بروز سوختگی الکتریکی در کودکان زیر ۱۰ سال در مطالعه‌ای در تهران ۸٪ گزارش شده است. همچنین بررسی میزان سوختگی‌های الکتریکی، شیمیایی و حرارتی در کودکان و نوجوانان در بیمارستان مطهری تهران نشان داده است که سوختگی‌های الکتریکی ۳/۱٪ کل سوختگی‌ها را در کودکان و نوجوانان شامل می‌شود.<sup>۱۳</sup>

در ایران ۹۰٪ از موارد برق‌گرفتگی مربوط به مردان و شایعترین اندام برق‌گرفته به‌ترتیب دست راست و دست چپ می‌باشند.<sup>۱</sup> نتایج یک بررسی در سال ۱۳۸۳ نشان می‌دهد که ۸۷٪ از قربانیان سوختگی مردان و ۱۳٪ زنان هستند. همچنین زنان و کودکان مورد مطالعه کمابیش دچار سوختگی الکتریکی با ولتاژ پایین یا برق شهری می‌شوند.<sup>۱۴</sup> از آنجایی‌که مردان تمام یا اکثریت شاغلین بخش صنعتی را تشکیل می‌دهند و ۷۵٪ سوختگی‌های الکتریکی در محیط‌های صنعتی رخ می‌دهند، این آمار نشان‌دهنده‌ی نیاز به مجهز کردن ایمنی افراد در این بخش‌ها است. همچنین نتایج یک مطالعه در سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ در تهران نشان داد که سوختگی الکتریکی شایعترین سوختگی شغلی است.<sup>۱۵</sup> این مساله در آمارهای منتشر شده از دیگر

زخم سطحی قابل مشاهده ممکن است تنها نوک یک کوه یخی باشد که در آب فرو رفته است.<sup>۹</sup> جریان‌های برق با ولتاژ بالا که از درون بدن عبور می‌کند ممکن است آهنگ طبیعی قلب را مختل کند و باعث ایست قلبی، سوختگی و یا آسیب‌های دیگر بشود.<sup>۱۶</sup> هنگام برق‌گرفتگی، برق در محل تماس وارد بدن می‌شود و از مسیریایی که کمترین مقاومت بر سر راه آن وجود دارد (اعصاب و رگ‌های خونی) می‌گذرد.<sup>۱</sup> اغلب اوقات در جایی که بدن با یک سطح یا زمین تماس پیدا می‌کند (مانند یک شیء فلزی) الکتریسیته از بدن خارج می‌شود. گاه نیز مصدوم بیش از یک محل خروجی برق دارد.<sup>۹</sup> با توجه به اینکه محل ورود جریان الکتریسیته معمولاً دست‌ها و اندام‌های فوقانی می‌باشد، بیشترین عوارض فیزیکی مربوط به این مناطق از بدن می‌باشد.<sup>۱</sup> این صدمات که اصطلاحاً Electrocutation نامیده می‌شوند، با توجه به مقاومت بافتی متفاوت بوده و با شدت‌های مختلف ایجاد می‌شوند. همچنین برخی آسیب‌ها، مربوط به آسیب‌های فیزیکی ثانویه ناشی از سقوط یا پرت شدن پس از برق‌گرفتگی می‌باشد.<sup>۷</sup>

با توجه به نوع جریان الکتریکی (AC یا DC) اثرات متفاوتی بر روی بدن ایجاد می‌شود. جریان DC همواره دارای مقداری ثابت است این خاصیت جریان DC می‌تواند موجب فلج شدن مصدوم در حین برق‌گرفتگی شود. برعکس در جریان AC به خاطر تغییرات دایمی در بین هر سیکل، امکان فرار از حالت بی‌حرکت شدن بیشتر است. بنابراین از نظر بی‌حرکت کنندگی جریان DC از AC خطرناک‌تر است. اما تأثیرات جریان AC بر روی قلب می‌تواند مرگبارتر باشد چراکه جریان AC به راحتی قلب را دچار حالت ضربان نامنظم کند و این درحالی‌است که جریان DC تنها موجب ایست قلبی می‌شود.<sup>۱</sup>

افزون‌براین انرژی الکتریکی اثرات مستقیمی بر روی قلب و ساقه مغزی می‌گذارد و گاه موجب آسیب هیپوکسیک در میوکارد شده و سبب نکروز میوکارد با پیامدهای پارگی دیواره قلب می‌گردد. همچنین آسیب‌های نورولوژیک ناشی از عبور جریان الکتریسیته از اعصاب، نخاع و مغز شایع است.<sup>۱</sup> آمارها نشان می‌دهد که سالیانه ۱۰۰۰ نفر در امریکا دچار سوختگی الکتریکی می‌شوند که ۳ تا ۱۵٪ از آن‌ها منجر به مرگ می‌شود.<sup>۸</sup> نتایج مطالعات در کشورهای مختلف جهان نیز آمار

مرگبار را در بر می‌گیرد.<sup>۲۵</sup> گذشته از مرگ‌ومیر ناشی از برق‌گرفتگی، معلولیت جسمی و ذهنی حاصل از آن که منجر به آمپوتاسیون اندام‌ها و نیاز به جراحی‌های پلاستیک و پیوند پوست می‌گردد و عوارض جسمی دیگری که ایجاد می‌شود، دارای اهمیت هستند.<sup>۲۶</sup> سوختگی شدید، قطع اندام‌ها، نارسایی کلیه، آب مروارید، دفع میوگلوبین از ادرار، تروما یا شکستگی اندامی، حرکات غیرارادی ناشی از انقباض ماهیچه‌ها، اختلالات شنوایی و زخم‌های عفونی از جمله مهمترین عوارضی است که مصدومان با آن مواجه می‌شوند.<sup>۲۷-۲۹</sup>

برخی عوارض بیان شده موقتی بوده و پس از گذشت زمانی کوتاه بهبود می‌یابند، اما بارها مشاهده شده که مصدوم به نظر بهبود یافته و به کارهای عادی خود باز می‌گردد، اما در آینده دچار عوارضی همچون اختلالات قلبی، عصبی یا اختلال در حس شنوایی و بینایی می‌گردد.<sup>۳۰</sup> شایعترین عارضه از این دسته اختلالات، مشکلات قلبی است که ممکن است پس از چند هفته، ماه یا حتی چند سال بروز کند.<sup>۳۱</sup> مهمترین این اختلالات شامل ناراحتی در پیچه‌های قلب، انبساط قلب و حتی ترمبوز (لخته شدن خون) می‌باشد. همچنین چنانچه شخص پیش‌تر دچار ناراحتی قلبی بوده باشد، مسلماً عوارض شدیدتر خواهد بود.<sup>۳۲</sup>

افزون بر قلب، سیستم تنفسی نیز کمابیش تحت تاثیر برق‌گرفتگی قرار می‌گیرد، مهمترین عارضه ریوی صدمات الکتریکی، ایست تنفسی به علت انقباض شدید تانیک عضلات تنفسی می‌باشد که ممکن است منجر به آتلکتازی، پنومونی و هموپنوموتوراکس گردد.<sup>۳۳</sup>

یکی از مهمترین عوارض جدی که می‌تواند منجر به مرگ مصدوم گردد نیز آسیب کلیوی ناشی از برق‌گرفتگی است.<sup>۳۴</sup> در اثر عبور جریان برق زیاد در قسمت‌های کم مقطع (بازو-ران) گرمای زیادی به وجود می‌آید. این گرما عضلات محلی را فاسد کرده و ماده رنگی عضله (میگلوبین) فاسد شده و وارد جریان خون می‌شود، که اگر از حد معینی در خون تجاوز نماید، کلیه‌ها مسموم شده و شخص پس از چند روز به علت مسمومیت می‌میرد.<sup>۳۵</sup> آب مروارید، ناراحتی‌های اعصاب چشم، تورم عصب و ورم چشم نیز از اختلالاتی هستند که مدت‌ها پس از برق‌گرفتگی ایجاد می‌گردد.<sup>۳۶</sup>

عفونت و سپسیس نیز معمولاً بیشترین عوارض سوختگی هستند. آمارها نشان می‌دهد که ۷۵٪ از نرخ مرگ‌ومیر پس از سوختگی

استان‌ها نیز اشاره شده است و آسیب ناشی از برق در مشاغل مختلف از جمله شغل کارگری ساختمان جزو سه عامل اول آسیب رسان معرفی شده است.<sup>۱۷،۱۶</sup>

همچنین نتایج بررسی بر روی بیماران تحت مطالعه در یکی از بیمارستان‌های تهران نشان داده است که ۱۹٪ از بیماران دچار قطع اندام شده‌اند.<sup>۱۴</sup> در میان این افراد ۵۵٪ از بیماران دچار قطع اندام در اثر جریان‌های با ولتاژ پایین دچار سوختگی شده‌اند، اما مرور یک پژوهش در آمریکا نشان می‌دهد که ۹۰٪ موارد قطع اندام مربوط به ولتاژهای بالا است.<sup>۱۸،۱۴</sup>

از نظر نوع جریان الکتریکی، ۵۴٪ سوختگی‌های الکتریکی در ایران توسط ولتاژ بالا (بیش از ۱۰۰۰ ولت) ایجاد شده است. اما آمارهای جهانی در این مورد بسیار متفاوت است، به طوری که در برخی مطالعات بیشترین سوختگی‌های در ولتاژ پایین و برخی مطالعات در ولتاژهای بالا گزارش شده است.<sup>۱۸-۲۲</sup> به نظر می‌رسد تفاوت مشاهده شده در این مورد به علت استفاده صحیح، رعایت دستورکارها و ایمنی بیشتر در حین کار با ولتاژ بالا در بعضی کشورها یا مناطق باشد.<sup>۱۸</sup>

Kym و همکارانش در یک بررسی، میزان سوختگی‌های ولتاژ بالا را در کشور کره ۷۰/۴٪ از کل سوختگی‌ها گزارش کرده و بیشترین قربانیان را مردان در سن کار (۲۰ تا ۵۰ ساله) می‌داند. از دیدگاه وی این آمار و آمارهای مشابه گزارش شده در کشورهای در حال توسعه منطقی می‌باشد.<sup>۹</sup> اما صرف نظر از تعداد افرادی که دچار سوختگی با ولتاژ بالا می‌شوند، میزان مرگ‌ومیر در این گروه نسبت به سوختگی‌های با ولتاژ پایین بیشتر است. همچنین مصدومان با ولتاژ بالا، دچار عوارض پزشکی بیشتر شده و نیازمند دفعات بیشتری از جراحی هستند. افزون‌براین افراد ممکن است دچار مشکلات روانی شده و دوره‌های بازتوانی طولانی مدت را نیاز داشته باشند.<sup>۱۱</sup>

آسیب‌های فیزیکی همچون تروما و آسیب مغزی در ۲۴٪ از بیماران در ایران گزارش شده است. که این آمار در کشورهای دیگر نیز ۲۳ تا ۲۴٪ می‌باشد.<sup>۳۳</sup> همچنین آمارها نشان می‌دهد که ۵۰٪ از مصدومان برق‌گرفتگی با ولتاژ پایین دچار اختلالات نورولوژیک می‌شوند که در میان این اختلالات، از دست دادن هوشیاری شایعترین می‌باشد.<sup>۲۴</sup> آسیب‌های الکتریکی طیف وسیعی از ضایعات مانند سوختگی ساده و سطحی درجه دو تا شوک و تاکی آریتمی‌های

روانی و اجتماعی زیادی نیز به همراه دارد.<sup>۳</sup> سوختگی الکتریکی معمولاً با تشنیه ویرانگر همراه بوده و می‌تواند منجر به تغییرات دایمی روانی در فرد گردد و تمام جنبه‌های کیفیت زندگی را تحت تاثیر قرار دهد.<sup>۳۹</sup>

از آنجایی که در برخی مواقع تمام اعضا بدن از شوک الکتریکی صدمه می‌بینند، دوره نقاهت و آسیب‌های ناشی از سوختگی، انجام کار و فعالیت مجدد را برای مدت کوتاه یا طولانی از فرد سلب می‌کند. همچنین در صورتی که زخمی در اثر سوختگی ایجاد شده باشد که موجب بدشکلی گردد، افسردگی و اختلال استرس پس از حادثه در این بیماران شایع بوده و مشکلات تصویر ذهنی و فقدان اعتماد به نفس و احساس خجالت و گوشه‌گیری نیز قابل توجه است.<sup>۳۹</sup>

از آنجایی که سوختگی، بیشتر در اقشار ضعیف و آسیب‌پذیر جامعه یا افرادی که در نواحی کمتر توسعه‌یافته زندگی می‌کنند، اتفاق می‌افتد، تامین هزینه‌های درمان در این افراد دشوار بوده و ممکن است به علت ناتوانی اولیه یا از کارافتادگی دایمی، شغل خود را نیز از دست بدهند. مطالعات در این زمینه نشان داده است که افرادی که پس از سوختگی بی‌کار بوده و شغل و درآمد مناسبی نداشتند، در تمام حیطه‌های جسمی، روانی و اجتماعی نمره‌های کمتری نسبت به اشخاصی که دارای شغل و درآمد بوده‌اند به دست می‌آورند.<sup>۴۰</sup> سوختگی ناشی از جریان الکتریسیته و ضایعات ناشی از آن به عنوان یک معطل در جوامع امروزی مطرح می‌باشد. برای کاهش بروز و کاهش عوارض و مرگ‌ومیر ناشی از آن نیاز به اقدامات آموزشی پیشگیری و درمانی طبی و جراحی خاص می‌باشد.

مربوط به عفونت است. بررسی‌های اپیدمیولوژیک در مورد انواع باکتری مولد عفونت در سوختگی الکتریکی به شرح زیر است: استافیلوکوک اورئوس (۲۵-۷۰٪)، سودوموناس آئروژینوز (۲۵-۴۵٪)، ای کولای (*E. coli*) (۴-۳۰٪)، پروتئوس میرابیلیس (۱۵-۲۰٪)، گونه‌های کلبسیلا (۴-۱۰٪)، انتروباکتر کلوآکا (۵-۱۸٪)، گونه‌های انتروکوکوس (۲-۲۰٪).<sup>۳۵</sup> برخی آسیب‌ها در اندام‌های داخلی نیز گزارش شده است. این موارد شامل پارگی روده، نکروز روده و کبد، آسیب به دیواره مثانه، زخم معده و دوازدهه می‌باشند.<sup>۳۵</sup> اختلالات عصبی مانند اختلالات مشاعر هذیان، از دست دادن حافظه، پتک‌های عصبی و سایر تظاهرات عصبی نیز از جمله عوارض عصبی است که ممکن است تا مدت‌ها زندگی فرد را مختل کند.<sup>۳۶</sup>

نتایج بررسی ۲۰ ساله در یک مرکز سوختگی در آمریکا نشان می‌دهد که ۶۷٪ از سوختگی‌های الکتریکی به اختلالات عصبی منجر می‌شود. ۲۲٪ این اختلالات می‌توانند بلافاصله پس از سوختگی یا در آینده ایجاد گردند. همچنین برخی از اختلالات عصبی، ناشی از آسیب به مغز و نخاع و اعصاب محیطی بوده و برخی مانند فراموشی، ضعف حافظه و اختلال شخصیتی، منشا روانی دارند.<sup>۳۷</sup> نتایج یک مطالعه نشان می‌دهد که مهمترین عوارض عصبی ناشی از سوختگی الکتریکی به ترتیب بی‌حسی، ضعف، مشکلات حافظه و دردهای مزمن است.<sup>۳۸</sup> اختلال استرس پس از سانحه یا Post-traumatic stress disorder (PTSD) نیز از عارضه‌های بلندمدت پس از برق‌گرفتگی به‌ویژه برق‌گرفتگی با ولتاژ بالا است که می‌تواند منجر به عملکرد شناختی ضعیف و کاهش توانایی بازگشت به کار شود.<sup>۱۱</sup> حوادث سوختگی افزون‌بر بار مالی بر خانواده و نظام سلامت کشور، بار

## References

- Kiani M, Busami S. Electrocution and its complications. *J Legal Med* 2007;13(1 (45)):38-44. [Persian]
- Rezaei E, al-Shariati SMM, Safari H. Study on electrical burn patients. *Med J Mashhad Univ Med Sci* 2009;52(2):107-12. [Persian]
- Abolghasemi MR, Aghabiklooei A, Memarian A, Taftachi F, Kholoosy L, Ameri M. Evaluation of the relationship between score results of APACHE-IV scoring system and mortality rate of patients admitted to the Intensive Care Unit (ICU) of the burn section. *Biomed Res* 2017;28(6):2624-30.
- Aghakhani K, Mohammadi S, Molanaci A, Memarian A, Ameri M. Epidemiologic study of scald burns in victims in Tehran burn hospital. *Tehran Univ Med J* 2013;71(7):452-7.
- Saracoglu A, Kuzucuoglu T, Yakupoglu S, Kilavuz O, Tuncay E, Ersoy B. Prognostic factors in electrical burns: a review of 101 patients. *Burns* 2014;40(4):702-7.
- Ferris CD. Electric Shock. In: Whitaker JC, editor. *The Electronics Handbook*. Boca Raton, FL: CRC Press; 2005. P. 2317-2324.
- Ghavami Y, Mobayen MR, Vaghardoost R. Electrical burn injury: a five-year survey of 682 patients. *Trauma Mon* 2014;19(4):e18748.
- Edlich RF, Farinholt HM, Winters KL, Britt LD, Long WB 3rd. Modern concepts of treatment and prevention of electrical burns. *J Long Term Eff Med Implants* 2005;15(5):511-32.
- Kym D, Seo DK, Hur GY, Lee JW. Epidemiology of electrical injury: Differences between low- and high-voltage electrical

- injuries during a 7-year study period in South Korea. *Scand J Surg* 2015;104(2):108-14.
10. Patil SB, Khare NA, Jaiswal S, Jain A, Chitranshi A, Math M. Changing patterns in electrical burn injuries in a developing country: should prevention programs focus on the rural population? *J Burn Care Res* 2010;31(6):931-4
  11. Shih JG, Shahrokhi S, Jeschke MG. Review of adult electrical burn injury outcomes worldwide: an analysis of low-voltage vs high-voltage electrical injury. *J Burn Care Res* 2017;38(1):e293-8.
  12. Mostafazadeh B, Farzaneh E, Moshfegh M, Mohtarami SA. Electric shock in patients administered to hospital: a descriptive study. *Med J Islam Repub Iran* 2014;28:133.
  13. Hadian Jazi M, Sajedi F, Sanei Y. the incidence of electrical, chemical and thermal burns in children and adolescents referred to Mottahari Hospital in Tehran in 2002. *Razi J Med Sci* 2004;11(43):861-6.
  14. Hadian Nazari MR, Sajedi F. Frequency of limb amputation due to electric burn in patients admitted to Motahhari Hospital of Tehran. *Payesh* 2004;3(4):301-6.
  15. Aghakhani K, Abdolkarimi L, Memarian A, Hosseini R, Mehrpisheh S, Abdolkarimi F. Epidemiology of occupational burn injuries and its effect on patients referred to Motahhari Hospital in Tehran during 2010 to 2012. *Razi J Med Sci* 2015;21(128):66-71.
  16. Mirmohammadi SJ, Mehrparvar AH, Kazemeini K, Mostaghaci M. Epidemiologic characteristics of occupational burns in Yazd, Iran. *Int J Prev Med* 2013;4(6):723-7.
  17. Mohammadi AA, Amini M, Mehrabani D, Kiani Z, Seddigh A. A survey on 30 months electrical burns in Shiraz University of Medical Sciences Burn Hospital. *Burns* 2008;34(1):111-3.
  18. Hussmann J, Kucan JO, Russell RC, Bradley T, Zamboni WA. Electrical injuries, morbidity, outcome and treatment rationale. *Burns* 1995;21(7):530-5.
  19. El-Gallal ARS, Yousef SM, Toweir AA. Burn injuries in Benghazi: eight years' study. *Ann Burns Fire Dis* 1998;11(4):198-202.
  20. Tredget EE, Shankowsky HA, Tilley WA. Electrical injuries in Canadian burn care. Identification of unsolved problems. *Ann N Y Acad Sci* 1999;888:75-87.
  21. Acosta AS, Azarcon-Lim J, Ramirez AT. Survey of electrical burns in Philippine General Hospital. *Ann N Y Acad Sci* 1999;888:12-8.
  22. Arnoldo BD, Purdue GF, Kowalske K, Helm PA, Burris A, Hunt JL. Electrical injuries: a 20-year review. *J Burn Care Rehabil* 2004;25(6):479-84.
  23. Hülsbergen-Krüger S, Pitzler D, Partecke BD. High voltage accidents, characteristics and treatment. *Unfallchirurg* 1995;98(4):218-23.
  24. Schaefer NR, Yaxley JP, O'Donohue P, Lisee C, Jeyarajan E. Electrical burn causing a unique pattern of neurological injury. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2015;3(4):e378.
  25. Srivastava RK, Kumar R. Electrical burns of the abdomen. *Indian J Plast Surg* 2013;46(3):587-90.
  26. Dega S, Gnaneswar SG, Rao PR, Ramani P, Krishna DM. Electrical burn injuries. Some unusual clinical situations and management. *Burns* 2007;33(5):653-65.
  27. Hoomand A, Latifi NA. Report of 5 patients with lightning-associated injury. *Razi J Med Sci* 1994;1(3):193-7.
  28. Azzena B, Tocco-Tussardi I, Pontini A, Presman B, Huss F. Late complications of high-voltage electrical injury might involve multiple systems and be related to current path. *Annals of Burns and Fire Disasters*. 2016;29(3):192-194.
  29. Cheng PT, Lee CE, Yang JY. Electrical injury--clinical report of 67 cases. *Changeng Yi Xue Za Zhi*. 1994;17(3):220-5.
  30. Clark AT, Wolf S. Electrical Injury. *JAMA* 2017;318(12):1198.
  31. Devale MM, Kadakia GJ, Jain VG, Munot RP. Direct electrical injury to brachial plexus. *Indian J Plast Surg* 2017;50(2):217-219.
  32. Ho CWG, Yang SH, Wong CH, Chong SJ. High-voltage electrical injury complicated by compartment syndrome and acute kidney injury with successful limb salvage: A case report and review of the literature. *Int J Surg Case Rep* 2018;48:38-42.
  33. Latifi Noor-Ahmad, Karimi Hamid. Acute electrical injury: A systematic review. 2017 | Volume: 6 | Issue Number: 3 | Page: 93-96.
  34. Grigorovich A, Gomez M, Leach L, Fish J. Impact of posttraumatic stress disorder and depression on neuropsychological functioning in electrical injury survivors. *J Burn Care Res* 2013;34(6):659-65.
  35. Haberal M, Uçar N, Bayraktar U, Oner Z, Bilgin N. Visceral injuries, wound infection and sepsis following electrical injuries. *Burns* 1996;22(2):158-61.
  36. Aggarwal S, Maitz P, Kennedy P. Electrical flash burns due to switchboard explosions in New South Wales--a 9-year experience. *Burns* 2011;37(6):1038-43.
  37. Ratnayake B, Emmanuel ER, Walker CC. Neurological sequelae following a high voltage electrical burn. *Burns* 1996;22(7):574-7.
  38. Gajbhiye AS, Meshram MM, Gajjaralwar RS, Kathod AP. The management of electrical burn. *Indian J Surg* 2013;75(4):278-83.
  39. Pishnamazi Z, Asoibur AK, Karimoui MH, Zaeri F, Zadeh RN. Quality of life in burn patients. *Payesh* 2011;1:110-3.
  40. Dyster-Aas J, Kildal M, Willebrand M, Gerdin B, Ekselius L. Work status and burn specific health after work-related burn injury. *Burns* 2004;30(8):839-42.

## A review on electrical burn and its complications: review article

Kamran Aghakhani M.D.  
Maryam Ameri M.D.\*

Department of Forensic Medicine &  
Toxicology, Iran University of  
Medical Sciences, Tehran, Iran.

### Abstract

Received: 10 Apr. 2018 Revised: 17 Apr. 2018 Accepted: 08 Sep. 2018 Available online: 18 Sep. 2018

Although electrical energy is one of the best and cleanest energy sources, the proper protection and utilization of it, always and everywhere is problematic. One of the most important problems is electric shock and the dangers that can sometimes be lost in the lives of people. When a body or part of it is completely located in a strong power supply field or a contact with a device that is connected to a high voltage power supply, the person experiences an electrical burn. Electrical burn injuries account for about 5% of beds in large burn centers. The type of complications due to electrical burns varies according to the location of the current flow, its severity and tissue resistance. But usually the most severe physical and emotional complications are in the upper arms and legs of the body. While electrical injuries primarily result in burns, they may also cause fractures or dislocations secondary to blunt force trauma or muscle contractions. In high voltage injuries, most damage occur internally. On the other hand, psychological trauma and subsequent disability and unemployment problems affect the lives of electric burn victims. Understanding and managing the short-term and long-term complications of electrical burns is important in addition to proper and timely treatment of the injured person. Electric current with a high voltage of 1000 Volts causes a wide and deep burn which may not be estimated exactly at the onset of a visit by the doctor and also patient himself. So, it should be mentioned the issues legally, to the patients and their relatives, in terms of the severity of lesions and the complications of probable amputation. On the other hand, because prevention is always better than cure, so appropriate information through the mass media can reduce the number patients and their complications. In this review study, introducing various types of electrical burns and the reported statistics, various complications of electrical burn are discussed. Awareness of the incidence of electrical burns in the population and its various complications can help to plan and manage the problems of electric burn injuries, as well as adopting strategies to prevent these incidents.

**Keywords:** complications, electrical burn, electric shock, electrical energy.

\* Corresponding author: Firoozgar  
Hospital, Beh Afarin St., Karim Khan  
St., Vali-e-Asr Sq., Tehran, Iran.  
Tel: +98- 21- 82141743  
E-mail: m59\_ameri@yahoo.com