



# برق کرمتهی و عوارض ناشی از آن

---

دکتر آرزو خاتمی زنوزیان  
پزشک قانونی

## مقدمه

---

در اکثر موارد، برق گرفتگی به طور اتفاقی و طی حوادث خانگی و صنعتی رخ می دهد. موارد کمتری از خودکشی و موارد نادری از قتل توسط جریان الکتریسیته گزارش شده است.

برق گرفتگی زمانی رخ می دهد که بدن به طریقی قسمتی از مدار جریان الکتریکی را تشکیل دهد.

تأثیر جریان الکتریسیته بر بافت ها و ارگان های بدن را برق گرفتگی می نامند که بر اساس مسیر عبور جریان این آثار متفاوت بوده، گاه میات فرد را به مخاطره می اندازد.

## حالات احتمالی ایجاد شده متعاقب برق گرفتگی

---

حالاتی که ممکن است به دنبال برق گرفتگی در یک فرد ایجاد شوند عبارتند از:

- مرگ فوری بدنبال شوک و یا توقف فعالیت های تنفسی و قلبی

-- فلج نیمی از بدن و یا فلج پاها - از دست دادن حس بویایی، شنوایی یا تکلم و ....

- سنکوپ موقتی همراه با بهبود کامل در صورت تماس کوتاه مدت با جریان کم شدت

-انواع شکستگی های استخوانی به دنبال اسپاسم ماهیچه ها یا صدمات ثانویه ناشی از برخورد با سایر اجسام و سقوط

- ایجاد سوختگی که گاه ممکن است بسیار شدید بوده، سبب از بین رفتن سطح وسیعی از پوست گردد

-عفونت و سپتی سمی متعاقب سوختگی

## شکستگی های ناشی از برق گرفتگی

---

تمام عضلات در صورت تماس فرد با جریان ۵ میلی آمپری تقریباً دچار انقباض می گردند. چنین شدت جریانی با ولتاژ کم یا زیاد می تواند سبب شکستگی استخوانی گردد.

این شکستگی در استخوان های مختلف ممکن است ایجاد شود از آن جمله می توان به استخوان های کتف، بازو، ران و مهره ها اشاره نمود.

قبل از بکارگیری شل کننده های ماهیچه ای موارد زیادی از شکستگی استخوان ها در اثر درمان به وسیله ECT گزارش شده اند

## سوختگی

در اثر تبدیل انرژی الکتریکی به گرمایی به ویژه در بافت های واجد مقاومت بالا ممکن است سوختگی های عمیق و وسیع ایجاد شود که گاه از فطرنای ترین عوارض برق گرفتگی محسوب می شود. برفی موارد شدت آسیب به مدی زیاد است که به قطع اندام منجر می گردد. در برق گرفتگی با ولتاژ پایین این سوختگی ها در محل فروبی و ورودی هر دو ممکن است وجود داشته باشد. سوختگی ایجاد شده در ولتاژهای پایین بصورت یک منطقه قرمز رنگ همراه با تاول و یا منطقه سفید رنگ دیده می شوند. به صورت کلاسیک در اطراف ماری الکتریکی یک منطقه رنگ پریده ناشی از اسپاسم آرتریول هادر اثر عبور جریان و پرفونی در مانشیه آن مشهود است. در برق گرفتگی های با ولتاژ بالا ذرات کوچک فلزی از جسم هادی ممکن است در منطقه سوختگی جایگزین شده و توسط *microscopy electron Scanning* قابل بررسی باشد؛ ا سوختگی ایجاد شده بزرگ نبوده و اندازه آن از چند میلی متر معمولاً تا ۱/۵-۱ سانتی متر متفاوت است. در ولتاژهای بالاتر سوختگی های شدید که گاه حالت ذغالی نیز پیدا می کند















# حرکات غیر ارادی ناشی از انقباض ماهیچه ها

در اثر انقباض ماهیچه ها متعاقب برق گرفتگی علاوه بر شکستگی استخوانی که قبلا به آن اشاره شد حالات زیر نیز ممکن است رخ دهد :

-گردن و پشت به عقب خم می شود.

- بازوها به سمت داخل چرخیده، آرنج خم شده و انگشتان به حالت مشت شده قرار می گیرند.

- لگن و زانوها صاف شده و پاها بصورت مستقیم قرار می گیرند.

- در صورتی که فرد چیزی را در دست دارد آنرا ممکن تر در دستان می فشرد.

- این انقباضات عضلانی برمسبب حالت اولیه فرد می تواند باعث پرت شدن وی به جلو یا عقب گردد.

-- به دلیل رابدومیولیز ناشی از انقباض عضلانی ممکن است نارسایی کلیوی حادث گردد که با درمان هایی نظیر تزریق مقدار کافی

مایعات به بدن فرد آسیب دیده و سایر اقدامات درمانی لازم میتوان میزان آسیب کلیوی ایجاد شده را کاهش داد

# عوامل موثر بر شدت برق گرفتگی

---

## 1- نوع جریان

متناوب یا مستقیم بودن جریان الکتریکی بر شدت برق گرفتگی مؤثر است. جریان متناوب مدود ۶-۴ برابر فطرناک تر و کشنده تر از جریان مستقیم است. اولاً با ایجاد انقباض عضلانی باعث می گردد فرد مدت بیشتری با منبع جریان الکتریسیته تماس داشته باشد ثانیاً با تأثیر بر روی سیستم هدایتی قلب احتمال ایجاد آریتمی را بیشتر می کند. معمولاً جریان بین ۳۹ تا ۱۵۰ سیکل بر ثانیه فطرناکترند.

# عوامل موثر بر شدت برق گرفتگی

---

۲- اختلاف پتانسیل با واحد ولت بیان می شود.

برق گرفتگی در ولتاژهای بالا یا پایین ممکن است ایجاد گردد.

در ولتاژهای پایین (مدود ۱۱۰-۱۲۰ ولت) جهت ایجاد آسیب الکتریکی، بدن بایستی در تماس مستقیم با منبع جریان قرار گیرد

در برق گرفتگی های با ولتاژ بالا (مدود ۸-۷/۵ کیلو ولت) نیازی به تماس مستقیم نیست و در اثر نزدیکی به منبع جریان نیز، الکترون ها از طریق قوس الکتریکی به بدن قربانی منتقل می شوند .

۳- شدت جریان (آمپراژ) در واقع بیانگر میزان جریان جاری می باشد و می توان آن را به عنوان مهمترین عامل دخیل در برق گرفتگی قلمداد کرد.

از آنجا که ولتاژ ثابت است، مقاومت مهمترین عامل تعیین کننده در میزان جریان عبوری محسوب می شود (قانون اهم). طبق مطالعات انجام شده، شدت جریان های مختلف آثار متفاوتی را در بافت های بدن ایجاد می نمایند:

۱ میلی آمپر: ایجاد سوزش مختصر در پوست

۵ میلی آمپر: ترمور ماهیچه ها

۱۷-۱۵ میلی آمپر: انقباض ماهیچه ها (جلوگیری از جدا شدن قربانی با منبع تماس)

۵۰ میلی آمپر: انقباض کلیه ماهیچه ها از جمله ماهیچه های تنفسی و مرگ متعاقب آن

۱۰۰-۷۵ میلی آمپر: فیبریلاسیون بطنی

شدت جریان های بالاتر و مدود ۱ آمپر سبب ایجاد فیبریلاسیون بطنی نمی شوند ولی ممکن است ایست قلبی ایجاد نمایند که این اثر نیز در صورت قطع فوری جریان از بین رفته و قلب بصورت طبیعی به فعالیت خود ادامه خواهد داد.

از جریان های مستقیم قوی (بیشتر از ۴ آمپر) در کاردیوورژن و درمان آریتمی های قلبی استفاده می گردد. به مضم ورود جریان الکتریکی به بدن فرد قربانی، الکترون ها سعی در خروج از بدن از طریق نزدیکترین راه ممکن دارند که معمولا مسیر دست به پا یا دست به دست است.

مدت زمانی که طول می کشد تا فرد در اثر برق گرفتگی فوت نماید به شدت جریان عبوری وابسته می باشد.



# عوامل موثر بر شدت برق گرفتگی

---

## ۴- مقاومت

هر چه مقاومت عضوی که جریان از آن عبور می کند بیشتر باشد، اثرات تفریبی با شدت بیشتری خود را نشان می دهند. بیشترین مقاومت در برابر جریان الکتریسته در پوست است که در قسمت های ضمیمه و شافی آن متی تا اندازه یک میلیون اهم از خود مقاومت نشان می دهد. ضخامت پوست و رطوبت آن بر میزان مقاومت تاثیر می گذارند

برخی از محققین معتقدند انسان در برابر برق گرفتگی تا مدی مقاومت پیدا می کند مثلا در برق کاران مرفه ای و در تماس های گذرا با منبع جریان ممکن است برق گرفتگی ایجاد نشود که این حالت را به انتظار فرد و آمادگی وی برای برق گرفتگی نسبت داده اند

# عوامل موثر بر شدت برق گرفتگی

---

## ۵- مسیر جریان

بررسی‌ها نشان داده‌اند در صورتی که جریان از دست راست وارد شود به علت ایجاد اختلال بیشتر در جریان الکتریکی قلب فطرنای تر است.

## ۶- مدت عبور جریان

هرچه مدت عبور جریان الکتریکی بیشتر باشد آثار تفریبی آن بر بافتها بیشتر خواهد بود.

## عوامل تشدید کننده اثر جریان الکتریسیته

---

برقی عوامل قادرند اثر جریان الکتریسیته را تشدید کنند:

وجود جریان متناوب - رطوبت البسه - بهداشت پایین

رطوبت ناشی از تعریق سبب می شود فرد نسبت به برق گرفتگی حساس تر شود.

عصبانیت با تأثیر بر سیستمهای عصبی اتونومیک، حساسیت اعضای حیاتی را افزایش می دهد.

## عوامل منجر به مرگ در موارد برق گرفتگی

---

۱ - توقف مراکز تنفسی (در ولتاژهای بالا)

۲- فیبریلاسیون بطنی (در ولتاژهای پایین)

۳ - عوارض ناشی از برق گرفتگی نظیر عفونت، سپتی سمی و ...

در برق گرفتگی با ولتاژ کم و در حضور فیبریلاسیون بطنی، هوشیاری فرد مختل نمی گردد زیرا مغز به مدت ۱۵-۱۰ ثانیه جهت مصرف خود

اکسیژن ذخیره دارد و در این مدت نیازمند به فعالیت قلب نمی باشد.

---

در موارد برق گرفتگی با ولتاژ کم انجام اعمال احیا و بکارگیری دفیبریلاتور قلبی می تواند از وقوع مرگ ممانعت بعمل آورد. البته باید این نکته را در

نظر داشت که قلب دارای قدرتی ذاتی است که پس از مدت کوتاهی که دستخوش امواج ناهماهنگ و فیبریلاسیون است بطور خودبخود و بدون نیاز به

محرک خارجی می تواند به ریتم طبیعی خود گردد

در برق گرفتگی های با ولتاژ بالا ممکن است ضایعات الکتروترمال غیر قابل بازگشت در بافت ها ایجاد گردد.

بدین ترتیب که با وجود بازگشت فعالیت قلب، بدنبال توقف مراکز تنفسی در ساقه مغز در نتیجه آثار گرمایی جریان، ایست تنفسی رخ می دهد.

از آثار گرمایی جریان با ولتاژ بالا در اعداد های قانونی استفاده می گردد در این حالت سوختگی درجه ۳ در محل تماس الکترودها

با پوست ایجاد شده، درجه حرارت مغز تا ۳۶ درجه سانتی گراد افزایش می یابد.

# یافته های اتوپسی در افراد فوت شده بر اثر برق گرفتگی

تقریباً در تمام موارد برق گرفتگی با ولتاژ بالا و در ۵۰٪ از موارد آسیب با ولتاژ پایین، سوختگی های الکتریکی در بدن مشاهده می گردد.

گاه در صورت تماس با منبع جریان الکتریسیته در سطح وسیع و مقاومت بافتی پایین، آثار سوختگی اصلاً مشاهده نمی شود (نظیر برق گرفتگی در وان حمام).

در موارد برق گرفتگی به علت ایجاد اسپاسم عضلانی و مصرف شدن ذخایر ATP، جمود نعشی با شدت بیشتر ایجاد می گردد و الگوی ایجاد جمود نعشی نیز مسیر عبور جریان را می تواند بیان نماید.

در اثر تماس با منبع جریان و یا وجود فاصله اندک بین منبع و قربانی، ممکن است ضایعات متعدد و کنار هم مشاهده شود (park lesions) های مختصر متعدد توسط قوس الکتریکی ناشی از جریان نیز ممکن است ایجاد شوند.

در ولتاژهای بسیار بالا ممکن است تقریباً وسیع به همراه از دست دادن اندام ها و پارگی ارگانها مشاهده گردد.

## (Manner of Death) نحوه مرگ

---

در بیشتر موارد اتفاقی است و معمولاً در اثر نقایص وسایل و ابزارهای الکتریکی رخ می دهد.

برق گرفتگی با ولتاژ بالا در اثر تماس با خطوط انتقال فشار قوی که روی زمین افتاده اند و یا در اثر تماس این خطوط با آنتن ممکن است رخ دهد.

خودکشی به این طریق نادر بوده و در این موارد معمولاً افراد وسایل الکتریکی را به نوبه دستکاری می کنند که بتواند موجبات برق گرفتگی را فراهم آورد .

قتل متی از خودکشی نیز نادرتر است. در این موارد معمولاً وسیله برقی به طریقی داخل وان حمامی که فرد قربانی در آن استحمام می کند قرار می گیرد.

# آمار مرگ ناشی از برق گرفتگی

سال ۱۴۰۰			سال ۱۳۹۹			استان
جمع	مرد	زن	جمع	مرد	زن	
۶	۵	۱	۲۶	۲۲	۴	آذربایجان شرقی
۲۹۳	۲۶۰	۳۳	۷۳۹	۶۶۶	۷۳	جمع



## خلاصه

---

با توجه به عوامل دخیل در برق گرفتگی و آثار سوء عبور جریان الکتریسیته از قسمت های مختلف بدن انسان و عوارض به جا مانده که گاه میات فرد را به خطر می اندازد و گاه سبب ایجاد تغییرات پشیمگیر در زندگی فرد می گردد می توان این نتیجه را استنباط نمود که پیشگیری از بروز برق گرفتگی و رعایت نکات ایمنی در درجه اول اهمیت قرار دارد. ایجاد محیطی امن و بازبینی در وسایل برقی از نظر نقایص فنی، رعایت نکات ایمنی خصوصا مناطق پرفطر نظیر حمام، استخر و سونا در صورت بروز برق گرفتگی انجام اقدامات درمانی در اسرع وقت نظیر استفاده از شوک الکتریکی در موارد ایست قلبی، درمان زخم ها و دبریدمان آنها، استفاده از آنتی بیوتیک های وسیع الطیف، به کارگیری تکنیک های فیزیوتراپی در بازتوانی کارآیی اندام ها به نحو مؤثر می تواند در بهبود عوارض مؤثر باشد.



# برخورد صاعقه با انسان

---

برخورد صاعقه با انسان ممکن است که در طول زندگی با احتمال 1 به 1200 اتفاق بیافتد. هر چند وقت یک بار پیچ و تاب رعد و برق، انسان را به عنوان هدفی جذاب جهت تخلیه قدرت خود در نظر می گیرد.

البته جالب است بدانید که به طور تقریبی از هر 500 نفر در معرض برخورد صاعقه، حدود 90 درصد زنده می مانند.

# خطر برخورد صاعقه با انسان

زمانی که مقداری انرژی به بدن وارد می شود، سیگنال های الکتریکی در مدارهای کوچکی در قلب، ریه ها و سیستم های عصبی جریان پیدا می کنند. در این حالت آسیب های احتمالی در بدن عبارت هستند از:

1. ایست قلبی

2. آسیب مغزی

3. تشنج

4. ایجاد ضایعات نخاعی

5. فراموشی

6. آب مروارید

7. سوختگی های درجه سه و سوختن لباس تنها بخشی از عوارض جانبی برخورد صاعقه با انسان هستند.

الکتریسیته تنها مشکل نخواهد بود، بلکه گرمای حاصل از تخلیه انرژی ممکن است که عوارض جانبی را در بدن ایجاد کند.

جالب است بدانید که صاعقه دمای اطراف محل اصابت را در کسری از ثانیه تا حدود 35000 درجه فارنهایت افزایش می دهد.

این افزایش ناگهانی دما باعث انبساط سریع هوا و شنیدن صدای غرش رعد و برق می شود.

بنابراین اگر فردی در 30 قدمی محل برخورد صاعقه قرار داشته باشد، باد انفجاری معادل با یک بمب تی ان تی 5 کیلوگرمی را تجربه خواهد کرد.





# خلاصه

---

همانطور که گفته شد، صاعقه به دلیل تخلیه انرژی بار الکتریکی با اجسام و زمین اتفاق می افتد.

برخورد صاعقه با انسان در حالت های مختلفی مانند مستقیم، غیرمستقیم، اتصال با اجسام فلزی و شاخک های فرعی جریان را به بدن منتقل می کند.

شاخک های فرعی از انواع کشنده صاعقه به شمار می روند.

جریان از طریق پوست وارد و از طریق سیستم های قلبی و عروقی یا اعصاب در بدن حرکت می کند.

محل خروج این جریان از بدن در میزان آسیب های احتمالی تاثیر دارد.

در مواجهه آسیب ها در افراد بهتر است که پس از تماس با اورژانس اقداماتی را جهت جلوگیری از مرگ یا وخامت حال او انجام دهید.

# باساس

