

۱- خطرات انرژی الکتریکی و حفاظت در برابر آنها

۱-۱ مقدمه

بدن انسان هادی جریان برق است. عبور جریان برق از بدن فرد که به آن برق گرفتگی گفته می‌شود، متناسب با دامنه و زمان عبور جریان می‌تواند بسیار خطرناک باشد. در جریان برق گرفتگی علاوه بر سوختگی پوست محل ورود و خروج جریان برق، بافت‌ها هم دچار آسیب می‌شوند. اگر جریان برق از قلب عبور کند، منجر به اختلال در سیستم قلب و اگر از مغز عبور کند منجر به مهار مرکز تنفس و وقفه تنفسی خواهد شد. لذا با توجه به اهمیت موضوع، در این قسمت خطرات انرژی الکتریکی و حفاظت در برابر آنها بیان می‌شود.

۱-۲ انواع برق گرفتگی

برق گرفتگی به دو دسته تقسیم می‌شود.

۱- با ولتاژهای بالا

۲- با ولتاژهای پائین

در موارد با ولتاژ بالا، حتماً بدن لازم نیست مستقیم با سیم یا کابل برق تماس داشته باشد بلکه ممکن است در فاصله چند متری هم جریان برق از هوا عبور کند و به بدن فرد منتقل شود و باعث برق گرفتگی شود. در این موارد هر چقدر ولتاژ برق و رطوبت هوا بیشتر باشد میزان انتقال و آسیبی که به بدن وارد می‌شود بیشتر است.

در موارد ولتاژ پائین برق گرفتگی بر اثر تماس مستقیم فرد با هادی حامل جریان پیش می‌آید. در برق-گرفتگی با ولتاژ پائین بدن فرد دچار لرزش و گاهی گرفتگی عضلات می‌شود. گرفتگی عضلات گاهی منجر به حفظ اتصال دائم با هادی حامل جریان خواهد شد.

رعایت جوانب احتیاط در حین ارائه کمک‌های اولیه به فرد برق گرفته توصیه اول به فرد کمک‌کننده می‌باشد. بدین ترتیب که تا وقتی که جریان برق به مصدوم متصل است نباید به مصدوم دست بزنیم. ابتدا باید جریان برق قطع شود. این کار با قطع کردن فیوز یا کشیدن دو شاخه از پریز ممکن می‌شود. بعد از قطع جریان برق باید بدن مصدوم را از اتصال به لوازم برقی جدا کرد. فرد کمک‌کننده باید دمپایی لاستیکی به پا کند و یا اگر زمین خیس است از چند روزنامه برای خشک کردن استفاده کند و توسط یک چوب و یا هر چیزی که غیر رسانا است فرد مصدوم را از محل که برق در آن وجود دارد دور کند.

بعد از قطع ارتباط برق در ابتدا باید تنفس مصدوم را کنترل کرد. اگر تنفس نداشت باید تنفس دهان به دهان انجام شود. بالافاصله باید ضربان قلب و نبض کنترل شود. در صورتی که نبض وجود نداشت ماساژ قلبی ضروری است.

در هر نوع برق‌گرفتگی شخص باید به بیمارستان منتقل شود و باید تا ۲۴ ساعت تحت نظر باشد. البته تا رسیدن به پزشک تنفس مصنوعی و همچنین ماساژ قلبی لازم است.

۳-۱ خطر حریق در اثر انرژی الکتریکی

گاهی در اثر اتصال سیم‌های برق، حریق به وجود می‌آید. اگر پوشش‌های عایق سیم‌های از بین برود و مستقیماً به هم متصل شوند، جرقه‌هایی در محل اتصال پدید می‌آید و بقیه روپوش سیم‌ها را می‌سوزاند. همچنین اگر جریان زیاد و بیش از حد مجاز از سیم‌ها و تجهیزات الکتریکی بگذرد، گرم می‌شوند و ممکن درجه حرارت آنها بحدی برسد که برای سوزاندن آنها کافی باشد. در ضمن شل بودن اتصالات سیم‌ها باعث ایجاد جرقه‌های کوچک می‌شود. به تدریج این جرقه‌ها شدیدتر شده و سیم‌ها را می‌سوزانند. فیوزهایی که استاندارد نباشند هم وقتی که بسوزند، ممکن است فلز آنها ذوب شود و روی چوب یا هر ماده قابل اشتعال دیگری بریزد و موجب آتش‌سوزی شود [۱].

۴-۱ اقدامات ایمنی در صورت بروز آتش‌سوزی با انرژی الکتریکی

به محض بروز آتش‌سوزی در اثر اتصالی برق یا آتش گرفتن سیم‌ها، فوراً جریان برق را توسط کلید اصلی قطع نمایید. اگر دسترسی به کلید اصلی ندارید و ناچارید سیم‌های برق را قطع کنید؛ به وسیله یک انبردست دسته عایق یا یک چوب بلند و خشک این کار را انجام دهید [۱]. هرگز روی سیم‌های برق آب نریزید. زیرا آب‌های معمولی هادی الکتریسته هستند و برای شما خطر جانی دارد. خاموش کردن شعله‌های آتش باید به وسیله ریختن شن و پاشیدن پودرهای مخصوص (کپسول‌های آتش-نشانی نصب شده روی دیوارهای آزمایشگاه برای این منظور می‌باشند) صورت گیرد. در ضمن، در اولین فرصت باید اداره آتش‌نشانی را از وقوع حریق مستحضر سازید و علت آتش‌سوزی را نیز یادآوری نمایید.

۵-۱ انرژی الکتریکی روی چه دستگاه‌های فیزیولوژیکی از بدن انسان تاثیر می‌گذارد؟

برق از سه طریق به انسان صدمه می‌زند:

(۱) به وسیله تاثیر روی قلب

در مورد قلب ابتدا ضربان‌های خارج از موقع پیدا می‌شود. بعد ریتم‌های مضاعف و یا چهار برابر تولید می‌گردد. تعداد ضربان‌ها گاهی به ۸ برابر ضربان‌های طبیعی می‌رسد و پس از آن قلب به رعشه می‌افتد.

۲) تاثیر روی سلسله اعصاب

جریان متناوب با ولتاژ کم اختلال مهمی در اعصاب تولید نمی‌نماید. اما جریان‌های با ولتاژ زیاد مرکز تنفس واقع در پیاز نخاعی را از میان می‌برد. بدون اینکه قلب متوقف شود مرگ در اثر تورم ریوی روی می‌دهد.

۳) عضلات

بر اثر جریان الکتریکی اعصاب محیطی قابلیت تحریک و هدایت خود را از دست می‌دهند و همچنین سیستم عضلانی که تحت تاثیر جریان برق قرار می‌گیرد دارای انقباضات کزازای شکل می‌شود و هنگامی که جریان قطع می‌شود انقباض عضلانی نیز از بین می‌رود و گاهی در اثر جریان برق استفراغ‌های متوالی پیدا می‌شود که ممکن است باعث خفگی شود [۱].

۶-۱ عوامل موثر در شدت برق‌گرفتگی

شدت برق‌گرفتگی تابع عوامل زیر است [۳-۱]:

الف) مسیر جریان بدن

به عقیده اغلب محققین مسیر جریان مصدوم کننده بسیار مهم است، زیرا ممکن است این جریان از قلب و سیستم تنفسی و یا مغز عبور نماید و یا ممکن است بدون عبور از مغز و یا قلب، سبب اختلال در مراکز عصبی شود.

مقاومت کف دست در رنج ۱۰۰ اهم تا ۱ مگا اهم است. اعصاب، شریان‌ها و ماهیچه‌ها، مقاومت کمتری دارند و استخوان، چربی و زردپی مقاومت نسبتاً بالایی دارند. در جدول ۱، مقاومت مسیرهای مختلف جریان را در شرایط خشک و مرطوب، مشخص شده است.

به طور کلی مسیر دو دست برای عبور جریان که در آن ریه و قلب در معرض برق‌گرفتگی قرار می‌گیرند و خطر خفگی هم وجود دارد، بسیار خطرناک است [۳].

Resistance	Hand - to - Hand		Hand - to-Feet
	Dry Condition	Wet Condition	Wet Condition
Maximum	13,500	1,260	1,950
Minimum	1,500	610	820
Average	4,838	865	1221

ب) مقدار جریان

اگر مقدار جریان DC که از بدن انسان عبور می‌کند بیش از ۰/۰۵ آمپر باشد، برای اغلب افراد خطرناک است. جریان ۱۰ میکرو آمپر که به صورت مستقیم از قلب عبور کند، می‌تواند سبب ایست قلبی شود. در این شرایط بافت ماهیچه قلب دچار تپش نامنظم می‌شود، به طوری که خون نمی‌تواند پمپ شود. در مورد جریان AC نیز، جریان ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌آمپر کافی است تا سبب ایست تنفسی و یا ایست قلبی شود [۳].

شایان ذکر است جریان بالا سبب صدمه گرمایی به بافت‌ها می‌شود و گرمای بافت‌ها با مربع جریان افزایش می‌یابد (RI^2) [۳]. جدول ۲، تاثیر مقدار جریان روی بدن انسان را نشان می‌دهد.

جدول ۲: تاثیر مقدار جریان روی بدن انسان [۴]

جریان (mA)						تاثیر
جریان متناوب				جریان مستقیم		
۱۰ هرتز		۶۰ هرتز				
زن	مرد	زن	مرد	زن	مرد	
۵	۷	۰/۳	۰/۴	۰/۶	۱	احساس خفیفی روی دست
۱۱	۱۷	۱/۲	۱/۸	۶	۹	شوک ^۱ بدون درد، بدون از دست دادن کنترل ماهیچه‌ای
۳۷	۵۵	۶	۹	۴۱	۶۲	شوک دردناک، آستانه از دست دادن کنترل ماهیچه‌ای
۶۳	۹۴	۱۵	۲۳	۶۰	۹۰	شوک دردناک همراه با مشکلات تنفسی و از دست دادن کنترل ماهیچه‌ای

ج) مدت تاثیر جریان

۱- اختلال در سیستم گردش خون که سبب مختل شدن خون‌رسانی به مراکز حیاتی بدن و در نتیجه کاهش اکسیژن‌رسانی به این مراکز شود؛ باعث شوک می‌شود [۵]

با افزایش مدت عبور جریان، گرما افزایش می‌یابد و می‌تواند سبب سوراخ شدن طبقه شاخی پوست شود.

چارلز دلزیر^۱ تحقیقی را راجع به ارتباط زمان عبور جریان با میزان جریان عبوری که سبب بروز شوک می‌شود؛ انجام داده است [۳]:

$$I = \frac{K}{\sqrt{t}} \quad (1-1)$$

که در آن :

I: جریان بر حسب (mA)

t: زمان عبور جریان بر حسب ثانیه

K: ثابت است و ۱۱۶ برای ۵٪ جمعیت (جمعیت حساس) و ۱۵۷ برای کارگران صنایع با وزن بیش از ۷۰ کیلوگرم

د) فرکانس جریان متناوب

به عقیده بیشتر محققین فرکانس‌های ۵۰ تا ۶۰ هرتز مه‌لک ترین فرکانس برای انسان می‌باشد و اگر این فرکانس را کم یا زیادتر سازیم خطرات مرگ کمتر خواهد شد. فرکانس‌های زیاد ۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ معمولاً باعث مرگ نمی‌شوند بلکه موجب سوختگی محلی می‌شوند [۱].

ه) ولتاژ مجاز

ولتاژ ۱۰۰ تا ۴۰۰ ولت متناوب کشنده‌ترین ولتاژ است و به اندازه کافی زیاد است تا جریان قابل توجهی را در بدن ایجاد نماید و سبب شود که ماهیچه‌ها به شدت منقبض شوند [۳]. در ولتاژهای بالاتر، انقباض شدید ماهیچه‌ای ممکن است مصدوم را پرتاب کند [۳]. نتایج آزمایشی که در مورد تاثیر ولتاژ روی خرگوش‌ها انجام شده، در جدول ۳، آمده است [۱].

جدول ۳: نتایج آزمایش تاثیر ولتاژ روی خرگوش‌ها [۱]

ولتاژ متناوب (v)	۶۰	۹۰	۱۲۸	۲۱۶	۴۶۰	۴۷۰	۱۱۵۰
شدت جریان (mA)	۴۵/۵	۵۴/۸	۱۵۹	۳۴۴	۸۵۴	۱۳۹۰	۲۷۳۰
مدت تاثیر جریان (sec)	۱۴	۱۴	۶/۶	۶/۸	۶/۹	۶/۹	۴/۱
مرگ (%)	۵/۸	۱۶/۵	۲۶/۶	۳۳	۳۳	۳۳	۵۰

۷-۱ روش‌های حفاظت از برق گرفتگی

- قبل از تمام شدن اتصالات مدار تغذیه را وصل نکنید.

- قبل از وصل کردن مدار به ولتاژ صحت اتصالات را چک کنید و مراقب باشید هیچ سیمی بدون اتصال نباشد.

- به قسمت های بدون حفاظ و پوشش ایمنی دست نزنید (مثلاً قسمت فلزی سیم های چنگکی)

- اگر کسی را برق گرفت باو دست نزنید، بوسیله چوب یا ابزار عایق سیم های برق را از او جدا کنید و فوراً جریان برق را قطع کنید.

- خونسردی خود را هنگام کار و بروز حادثه حفظ کنید چون کوچک ترین اشتباه ممکن است جان شخصی را به خطر بیندازد.

- باید دانست شخص برق گرفته معمولاً در حالت خفگی است و مرگ او ظاهری است. بنابراین باید با تمام قوا کوشش کنید که تنفس مصنوعی مداوم و طولانی به او بدهید (همراه با اکسیژن). ضایعات سوختگی نیز باید مانند سوختگی معمولی پانسمان شده و تحت درمان قرار گیرند ولی باید همیشه بخاطر داشت که تنفس مصنوعی اولین اقدام برای افراد برق گرفته است.

- به مصدوم دست نزنید؛ ممکن است مصدوم «برق دار» باشد و شما هم در معرض برق گرفتگی قرار بگیرید. هرگز از وسایل فلزی برای قطع تماس الکتریکی استفاده نکنید. روی یک ماده خشک نارسانا ایستاده، از یک وسیله چوبی استفاده کنید. آماده باشید تا در صورت توقف تنفس مصدوم، احیای تنفسی یا ماساژ قلبی را تا رسیدن کمک های اورژانس آغاز کنید.

کلید اضطراری قطع برق آزمایشگاه را فشار دهید، تماس بین مصدوم و منبع برق را از طریق فشار دادن این کلید، قطع کنید. اگر به هر دلیل به کلید اضطراری اصلی دسترسی ندارید، به موارد زیر عمل کنید:

مطابق شکل ۱، برای محافظت از خود، روی یک ماده خشک نارسانا مثل یک جعبه چوبی، یک کفش پلاستیکی یا یک دفترچه بایستید. با استفاده از یک وسیله چوبی (مثل یک جارو)، اندام های مصدوم را از روی منبع الکتریکی کنار بزنید و یا منبع الکتریکی را از مصدوم دور کنید.

اگر قطع تماس (مصدوم با منبع برق) با یک وسیله چوبی مقدور نیست، ضمن آنکه کاملاً مراقب هستید تا به مصدوم دست نزنید، طنابی را به دور مچ پای مصدوم یا بازوان وی حلقه کنید و وی را از منبع جریان الکتریکی دور کنید.

در صورتی که با استفاده از هیچ یک از روش های فوق نتوانستید مصدوم را بی برق کنید؛ وی را با کشیدن بخش هایی از لباسش که شل و خشک هستند، (از منبع برق) دور کنید. این کار را تنها به عنوان آخرین تلاش انجام دهید زیرا ممکن است مصدوم همچنان «برق دار» باشد [۴].



شکل ۱: برای محافظت از خود، روی یک ماده خشک نارسانا بایستید و با استفاده از یک وسیله چوبی، منبع الکتریکی را از مصدوم دور کنید.

۸-۱ مراجع

- [۱] ابوالفضل اشعریون، «تکنولوژی برق»، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران
- [۲] استخراج شده در تاریخ ۱۳۸۴/۱۱/۲۶ از سایت <http://www.tbzmed.ac.ir>
- [3] Professor Mohamed A. El-Sharkawi, "Electric Safety", University of Washington.
- [۴] استخراج شده در تاریخ ۱۳۸۵/۱/۲۶ از سایت سلامتیران، پایگاه اطلاعات پزشکی، تغذیه، طب مکمل و متافیزیک به آدرس: <http://www.iranhealers.com/salamat/iranhealers>
- [۵] صغری مینا، رحیم عساکره، "کمک‌های اولیه و مهارت‌های امدادی"، موسسه فرهنگی نشر آیندگان، ۱۳۸۲.

۲- کمک‌های اولیه به فرد برق‌گرفته

۲-۱ مقدمه

در این قسمت ابتدا مفهوم ایست قلبی و تنفسی بیان می‌شود و سپس اقدامات اولیه شامل احیای قلبی و ریوی (CPR) توضیح داده می‌شود.

۲-۲ ایست قلبی و تنفسی

منظور از ایست قلبی حالتی است که ضربان قلب کاملاً از بین می‌رود و منظور از ایست تنفسی از کارافتادن تنفس خودبخودی در فرد است. این حالات می‌تواند به دنبال سکته قلبی، شوک، خونریزی‌های سیارشدید، گیرکردن اجسام خارجی در حلق، غرق‌شدگی، برق‌گرفتگی و ... رخ دهد. بیشترین شانس برای زنده ماندن ارگان‌های حیاتی بدن خصوصاً مغز در صورت ایست قلبی و تنفسی ۳ الی ۴ دقیقه است و در این فرصت باید سریعاً اقدامات اولیه (احیای قلبی و ریوی) برای مصدوم انجام شود [۱].

۲-۳ احیای قلبی ریوی (CPR) [۲-۳]

همانگونه که ذکر شده چنانچه پس از وقوع ایست قلبی یا تنفسی در کمتر از ۴ دقیقه به فرد مصدوم رسیدگی شود و عملیات احیاء وی شروع گردد؛ شانس زنده ماندن وی بالا خواهد رفت. قبل از شروع عملیات احیای قلبی - ریوی باید مطمئن شد آیا فرد واقعا دچار ایست قلبی - ریوی شده است یا خیر، چرا که انجام عملیات اقدامات اولیه بر روی فردی که دچار ایست قلبی نشده باشد می‌تواند منجر به ایست قلبی و مرگ وی شود.



شکل ۱: گوش یا گونه خود را نزدیک دهان مصدوم قرار دهید تا صدای تنفس وی را بشنوید یا جریان آن را حس کنید.

جهت اطمینان از ایست تنفسی با مشاهده حرکات تنفسی قفسه سینه می‌توان به وجود تنفس در مصدوم پی برد و یا می‌توان مطابق شکل ۱، گوش یا گونه خود را نزدیک دهان وی قرارداد تا صدای تنفس وی را شنید یا جریان آن را حس کرد. سپس نبض بیمار بررسی می‌شود. بهترین محل لمس نبض در پیچه‌های کوچک نبض شریان رانی است در ناحیه کشاله ران لمس می‌شود و بهترین محل نبض در پیچه - های نبض گردنی است که در ناحیه گردن و پشت نای

قرار دارد.

لمس نبض باید با دو انگشت نشانه و میانی صورت گیرد. در صورتی که هیچ گونه نبضی احساس نشود و یا مصدوم تنفس خودبخودی نداشته باشد، عملیات احیاء باید مطابق دستور ذیل انجام شود:



شکل ۲: تنفس دهان به دهان

۱. بیمار را به پشت بخوابانید و به آرامی تکان دهید تا پاسخ به تحرک مشخص شود.

۲. اگر بیمار بدون پاسخ باشد راه های تنفسی او را کنترل کنید. چنانچه راه تنفسی بسته است با کمک انگشت راه تنفسی وی را باز کنید و چنانچه راه تنفسی باز است ولی بیمار نفس نمی کشد تنفس مصنوعی را شروع کنید.

۳. سر مصدوم را به عقب خم نمایید.

۴. مطابق شکل ۲، دو تنفس مناسب دهان به دهان به وی بدهید.

۵. نبض را لمس نمایید اگر ضربان نبض، لمس شود باید به تنفس مصنوعی ادامه داد و اگر لمس نشود، ماساژ قلبی باید شروع شود.



شکل ۳: ماساژ قلبی

۶. جهت انجام ماساژ قلبی، مطابق شکل ۳، دست چپ خود را به حالت ضربدر پشت دست دیگر گذاشته پاشنه دست راست را بر روی جناغ سینه به اندازه دو بند انگشت بالاتر از محل دو شاخه شدن جناغ قرار دهید. آرنج ها نباید خم شوند. به کمک وزن بدن فشار محکمی به قفسه سینه وارد کنید تا جناغ سینه به اندازه تقریبی ۴ تا ۵ سانتی متر به داخل برود.

تعداد ماساژ قلبی باید حدود ۸۰ بار در دقیقه باشد و به ازای هر ۱۵ ماساژ قلبی ۲ تنفس مصنوعی با روش دهان به دهان داده شود. در صورتی که فرد دیگری به شما کمک می کند باید به ازای هر ۵ ماساژ قلبی یک تنفس مصنوعی داده شود. امروزه براساس نظر متخصصین و بسیاری از مراجع علمی در عملیات احیای قلبی ریوی دو نفره، نیازی به قطع ماساژ قلبی برای انجام تنفس مصنوعی نیست و همزمان با انجام ماساژ قلب توسط یک فرد، فرد دیگر می تواند تنفس مصنوعی را انجام دهد.

۷. پس از گذشت یک دقیقه عملیات را به مدت ۴ تا ۵ ثانیه جهت لمس نبض گردنی متوقف نمایید. اگر نبض لمس شد، ماساژ قلبی را قطع نمایید و چنانچه تنفس هم برقرار شده باشد تنفس مصنوعی را نیز متوقف کنید. در صورت عدم برقراری تنفس خودبخودی، ماساژ قلبی و تنفس

مصنوعی را مجددا شروع کنید و هر ۳ دقیقه یک بار عملیات را جهت لمس نبض، به مدت ۴ تا ۵ ثانیه متوقف نمایید.

۲-۳ نکات مهم

۱. فرد را نباید روی سطح نرم مثل تشک و یا تختخواب بخوابانید، بلکه سطح سختی مثل کف اتاق بهتر است [۱].
۲. در تنفس دهان به دهان باید بینی مصدوم را با دو انگشت خود ببندید تا هوایی که به ریه‌ها دمیده می‌شود، مستقیماً از آن خارج نشود [۲-۳].
۳. موقعیت سر و گردن را درست تنظیم کنید.
۴. طی عملیات احیا، فردی را جهت تماس با اورژانس یا پزشک مامور نمایید.
۵. باید دهان شما با دهان مصدوم کاملاً تماس باشد تا هوایی که از بین آنها خارج نشود. برای پیشگیری از انتقال بیماری‌ها در حین انجام تنفس مصنوعی می‌توان از ماسک ویژه این کار یا پارچه توری مناسب استفاده نمود [۲-۳].
۶. عملیات احیا را تا زمانی که فرد با تجربه یا پزشک بر بالین بیمار برسد و یا تا زمانی که وی به درمانگاه منتقل شود، ادامه دهید [۴].
۷. چنانچه مصدوم مشکوک به ضایعه نخاعی است، سر را مختصری به عقب کشیده به آرامی کمی به عقب خم نمایید سپس تنفس مصنوعی و ماساژ قلبی را ادامه دهید [۴].
۸. حداکثر زمان انجام عملیات احیای قلبی ریوی در منابع علمی مختلف، گوناگون ذکر شده اما مدت زمان بین ۳۰ تا ۴۵ دقیقه، زمان مناسبی بنظر می‌رسد که پس از این مدت اگر عملیات احیاء موفق به نجات مصدوم یا بیمار نگردید، می‌توان از ادامه عملیات خودداری نمود [۲-۳].

۲-۴ مراجع

- [۱] استخراج شده در تاریخ ۱۳۸۴/۱۱/۲۶ سایت <http://www.tbzmed.ac.ir>
- [۲] سایت اطلاع رسانی جمعیت هلال احمر ایران
- [۳] استخراج شده در تاریخ ۱۳۸۵/۱/۲۶ از سایت سلامتیران، پایگاه اطلاعات پزشکی، تغذیه، طب مکمل و متافیزیک به آدرس: <http://www.iranhealers.com/salamat/iranhealers>
- [۴] صغری مینا، رحیم عساکره، "کمک‌های اولیه و مهارت‌های امدادی"، موسسه فرهنگی نشر آیندگان، ۱۳۸۲.