

مقاومت الکتریکی بدن انسان و تاثیر ولتاژهای مختلف روی بدن انسان

زینب یوسفی
زهره شهرستانی

مقدمه

از آنجا که با پیشرفت صنعت و تکنولوژی روز به روز تولید انرژی الکتریکی و کاربرد وسایل الکتریکی بیشتر می شود و انرژی الکتریکی جای خود را به عنوان یک انرژی برتر تثبیت کرده است به طوری که امروزه مصرف انرژی الکتریکی به عنوان یکی از شاخص های رشد صنعتی و اقتصادی کشورها محسوب می شود اما به موازات آن خطرات ناشی از برق نیز افزایش می یابد هر چند در کشورهای پیشرفته صنعتی به علت شناخته شدن این خطرات و افزایش سطح اطلاعات و کارگران صنایع،

خوشبختانه صدماتی که از این طریق متوجه جوامع بشری می شود متناسب با توسعه
این صنعت نیست.

به عنوان مثال در انگلستان آمار تلفات انسانی ناشی از برق گرفتگی ظرف مدت پنجاه
سال حدوداً چهار برابر شده در حالی که تولید انرژی الکتریکی در همان مدت سی
برابر افزایش یافته است، با این وجود تعداد قربانیان حوادث ناشی از جریان برق عدد
قابل توجهی است و کاربرد نادرست و غیر ایمنی انرژی الکتریکی صدمات و خسارات
جبران ناپذیری را بر جوامع مختلف به ویژه کشورهای در حال توسعه تحمیل می نماید.

بررسی حوادث الکتریکی نشان داده که نسبت تعداد این حوادث به کل حوادث حدود
3/0 درصد است اما درصد حوادث منجر به فوت در حوادث الکتریکی بیشتر می باشد.

به طوری که حدود 16/0 درصد از کل حوادث منجر به فوت هستند. در حالی که 62/2

درصد حوادث ناشی از برق منجر به فوت گردیده است، یعنی وخامت حوادث برق

بیش از 16 برابر حوادث معمولی برآورد می شود. ضمناً حوادث ناشی از برق حدود 4

درصد حوادث منجر به فوت در صنایع را تشکیل می دهد.

لازم به ذکر است که بیشترین حوادث برق مربوط به سیستم های جریان متناوب (بین

60-125 ولت) بوده است (5/73 درصد) از طرف دیگر بررسی علل حریق ها نیز نشان داده

که تقریباً عامل اصلی آتش سوزی ها، برق بوده است.

یک دسته کارکنان صنعت برق یا افرادی که در کارهای برق شاغل بوده و در 1.

این مدت رابطه آموزش هایی دیده اند نظیر تکنسین های برق، اپراتورهای

شاغل در مراکز برق فشار قوی، تعمیرکاران وسایل برقی از جمله افرادی هستند

که به سبب حرفه خود در معرض حوادث الکتریکی قرار دارند

دسته دوم، افرادی که در کارهای برقی غیر ماهر بوده اما از دستگاه ها و 2.

تجهیزات الکتریکی استفاده می کنند و به علت عدم استفاده صحیح از وسایل

برقی و یا خرابی قسمت های برقی دستگاه با خطر مواجه هستند

آمار نشانی می دهد که بر خلاف تصور، تعداد حوادث برقی در بین افراد گروه اول

بیشتر از گروه دوم می باشد

بنابراین دانستن اطلاعات و مهارت فنی در رابطه با برق ما را از رعایت نکات ایمنی بی نیاز نمی کند و در تمام مراحل کار با انرژی الکتریکی اعم از تولید، انتقال و توزیع و مصرف برق رعایت نکات ایمنی ضروری می باشد.

ساختار الکتریکی بدن انسان

سلول های بدن انسان برای تداوم واکنش های حیاتی خود نیازمند یک اختلاف پتانسیل الکتریکی مشخص می باشد.

مقدار این پتانسیل در سطح سلول حدود 90 میلی ولت است بعضی از مجموعه های سلولی از نظر اعمال حیاتی دارای اهمیت خاص هستند.

نظیر؛ مراکز عصبی، مراکز تنفسی در بصل النخاع و عضله قلب، حتی اندازه گیری تغییرات الکتریکی این مراکز حیاتی مبنایی برای تشخیص های پزشکی محسوب می شود.

مهمترین این تغییرات حیاتی عبارتند از

(E.E.G) الف- ثبت تغییرات الکتریکی مغز یا الکتروانسفالوگرافی

(Electro Encephalo Graphy)

(E.C.G) ب- ثبت تغییرات الکتریکی قلب یا الکتروکاردیوگرافی

(Electrocardiography)

(E.M.G) ج- ثبت تغییرات الکتریکی عضله یا الکترومیوگرافی

(Electromyography)

هرگاه مراکز حیاتی فوق در مسیر عبور جریان قرار گیرند این پتانسیل های حیاتی

مختل شده به طوری که تنفس ممکن است متوقف شود یا قلب به جای ضربان عادی

دچار لرزش و اختلال ریتم گردد که نتیجه آن خطر مرگ می باشد

همچنین جریان برق متناوب باعث انقباض شدید عضلات می گردد. (در حالی که جریان

مستقیم عمدتاً باعث تغییرات الکترولیتی دریافت می گردد)

انقباضات بسیار قوی در عضلات ممکن است باعث شکستگی استخوان یا پرت شدن فرد و شکستگی ثانویه شده و یا مانع رها شدن فرد از مدار یا اصطلاحاً چسباندن فرد برق گرفته به سیم هادی یا ابزار دیگری شود.

پرتاب شدن فرد به عقب ممکن است بر اثر انقباض شدید عضلات پشت و پاها اتفاق بیفتد. مکانیسم عمل به این ترتیب است که چون فرمان های عصبی برای کنترل حرکات عضلانی از مغز توسط جریان های الکتریکی بسیار ضعیف از طریق سلسله اعصاب به عضلات صادر می شود در صورت تماس با جریان برق و تاثیر جریان های الکتریکی اضافی از خارج بر روی اعصاب، موجب حرکات ناگهانی و بسیار شدید عضلانی می گردد که ممکن است عمل آن عضو بدن را به طور موقت یا دائم مختلط یا متوقف نماید.

اثر ولتاژ

بر طبق تجربیات به عمل آمده اگر پوست بدن سالم باشد و جریان از بدن انسان در مسیر دست به پا از یک طرف بدن عبور نماید در ولتاژ متناوب حدود 10 ولت مقاومت بدن 100 کیلو اهم بوده است.

در صورتی که ولتاژ را بالا ببریم به تدریج مقاومت بدن کم می شود و از هزار ولت به بالا مقدار آن تقریباً 600 اهم می شود و بعد از آن به مقدار ولتاژ بستگی نخواهد داشت. ماکزیمم مقدار ولتاژ مجاز که می تواند از بدن عبور نماید از رابطه زیر به دست می آید.

مقاومت پوستی و بدنی:

❑ متغیر با میزان آب و چربی موجود در پوست

❑ اکثر مقاومت در لایه شاخی پوست

❑ مقاومت برای پوست خشک و تمیز از $15K\Omega$ تا تقریباً $1M\Omega$

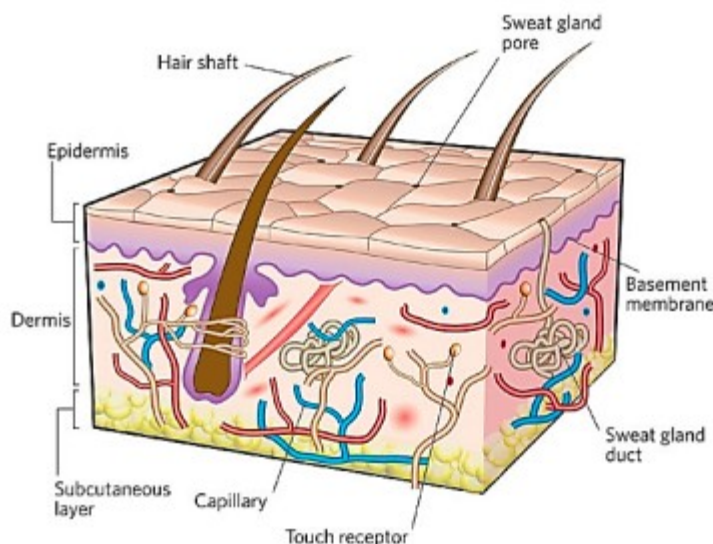
❑ مقاومت برای پوست مرطوب یا مجروح تا ۱٪ مقاومت پوست خشک کاهش می‌یابد

❑ مقاومت داخلی بدن در حدود 200Ω برای هر عضو و در حدود 100Ω برای تنه

❖ نمونه هایی از روش‌های پزشکی برای کاهش مقاومت:

➤ ژل الکترودهای پتانسیل حیاتی

➤ ترمومتری‌های الکترونیکی کار گذاشته شده در دهان یا روده بزرگ



آثار فیزیولوژیکی الکتریسیته

تأثیرات فیزیولوژیکی حسی-حرکتی که در انسان‌ها با افزایش دامنه جریان رخ می‌دهند عبارتند از:

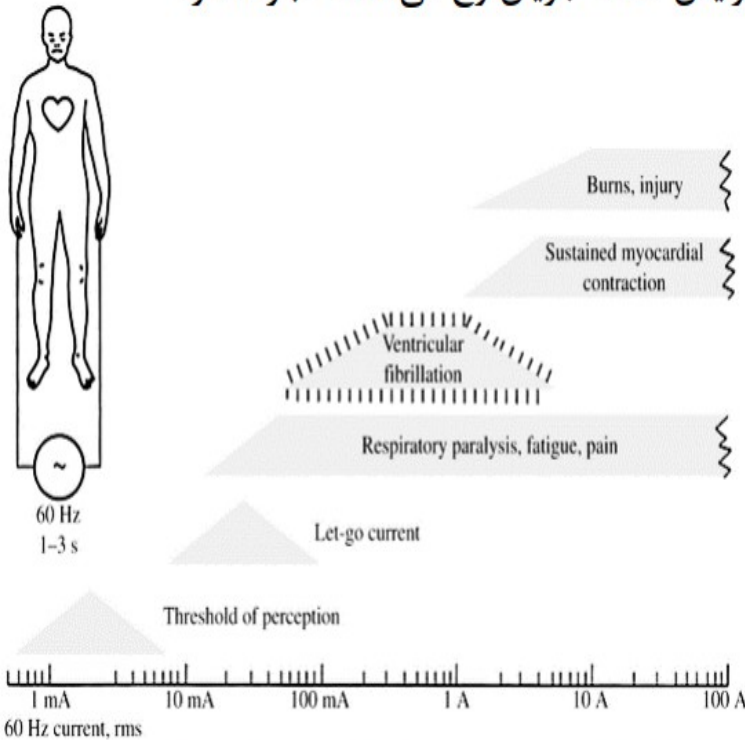
➤ آستانه ادراک

➤ لرزه تنفسی، درد و خستگی

➤ فیبریلاسیون بطنی

➤ انقباض تقویت‌شده عضله قلبی

➤ صدمات فیزیکی و سوختگی‌ها



اثرات فیزیولوژیک الکتریسیته - حد آستانه یا تخمین مقدار متوسط جریان برای اثرات مختلف ناشی از عبور جریان ۶۰ Hz که طی ۱ تا ۳ ثانیه از دو دست یک فرد ۷۰ کیلوگرمی، توسط سیم مسی، جریان پیدا کرده است.

آستانه ادراك:

- ☐ جریان در آستانه ادراك، كمتريـن مقدار جريـاني است كه فرد ميـتواند حس كند.
- ☐ باعث احساس سوزش ميـشود.
- ☐ در صورت لمس با دستـان مرطوب، آستانه ادراك حدود ۰/۵ ميليـآمپر در جريان ۶۰ HZ ميـباشد.
- ☐ آستانه احساس براي پوست سالم ۱ ميليـآمپر است.
- ☐ آستانه براي جريانـهاي dc حدود ۲ تا ۱۰ ميليـآمپر ميـباشد.
- ☐ سبب گرمـايش جزئيـي پوست ميـشود.
- ☐ انقباض غير ارادي ماهيچهـهاي تنفسي (اين انقباضات شديد دردناك بوده و در طولاني مدت باعث خستگي ميـشوند).
- ☐ در صورت عدم قطع جريان باعث خفگي خواهد شد (درجريان هاي ۱۸ تا ۲۲ ميليـآمپر).

جدول ۱-۵ اثر عبور جریانهای ۶۰ هرتز ac از بدن انسانهای بالغ

ریز شوک: نامحسوس در هنگام اعمال از خارج؛ جریان کمی به میزان ۸۰ میکروآمپر اعمال شده از طریق ماهیچه قلب ممکن است انقباض لرزش دار بطنی ایجاد کند. آستانه حس	کمتر از ۱ میلی آمپر
حداکثر چگالی جریان بدون زیان	۱ میلی آمپر
جریان قابل اغماض: اگر از دست یا بازو بگذرد ممکن است سبب انقباض غیرعادی ماهیچه های تاکننده و ناتوانی در باز کردن مشت شود.	۵ میلی آمپر ۱۰ میلی آمپر
سبب فیبریلاسیون بطنی، عدم همزمانی فعالیت در بطنهای قلب و توقف عمل تلمبه زدن می شود. سبب سوختن بافتها می شود.	۱۰۰-۳۰۰ میلی آمپر ۵ آمپر

پارامتر های مهم حساسیت:

برخی از عواملی که می‌توانند در حساسیت بیمار تاثیر بگذارند عبارت اند از:

➤ ولتاژ

➤ فرکانس: فرکانس ۶۰HZ برای ایجاد انقباضات لرزش دار بطنی فرکانس بهینه است که با افزایش یا کاهش آن برای ایجاد فیبریلاسیون به جریان بیشتری نیاز است.

➤ مسیر عبور جریان از بدن: اگر مسیر جریان از سینه نگذرد فیبریلاسیون نامحتمل است.

➤ مقاومت الکتریکی بدن: در بیماران اغلب مقاومت پوست با تمیز کردن و ضد عفونی کردن آن به منظور ایجاد تماس خوبی برای الکترودهای پوستی کاهش داده می‌شود.

منابع:

سایت مقاله جو

مقالات منتشر شده از دانشگاه سهند

دانشنامه رشد

