

Corrente Elétrica

Ícaro dos Santos

O que é choque elétrico

- É a perturbação de natureza e efeitos diversos que se manifesta no organismo humano quando este é percorrido por uma corrente elétrica

Efeitos das perturbações I

- Dependem de:
 - Percurso da corrente elétrica pelo corpo humano;
 - Passa pelo coração?
 - Intensidade da corrente elétrica
 - É suficiente para causar contração muscular?
 - Tempo de duração do choque elétrico
 - É maior que 1 s?
 - Área de contato do choque elétrico
 - Maior a área -> maior a corrente
 - Pressão de contato
 - Diminui a resistência

Efeitos das perturbações II

- Frequência da corrente elétrica
 - 60 Hz?
- Tensão Elétrica
 - Maior tensão -> maior a corrente
- Espalhamento da corrente de choque pelo corpo humano
 - Passa por quais órgãos vitais
- Condições da pele do indivíduo
 - Está úmida?
- Constituição física do indivíduo
 - Menor peso -> mais danos
- Estado de saúde do indivíduo
 - Indivíduo está debilitado?

Manifestações

- Inibição dos centros nervosos -> parada respiratória
- Fibrilação ventricular
- Parada cardíaca
- Queimaduras profundas -> necrose
- Alterações no sangue
- Seqüelas em vários órgãos do corpo

Corrente elétrica

- $I = V/Z$
- Há três maneiras de reduzir a corrente pelo corpo humano
 - Diminuir a tensão aplicada
 - Aumentar a impedância elétrica do indivíduo
 - Criar caminho alternativo para a corrente

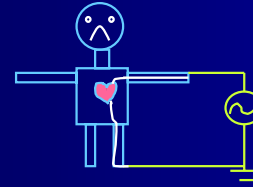
Fatos sobre a corrente elétrica no corpo humano

- O corpo humano não é homogêneo com relação à sua impedância
- O caminho da corrente elétrica varia com relação ao local de aplicação da tensão
- A intensidade da corrente elétrica varia com relação ao local de aplicação



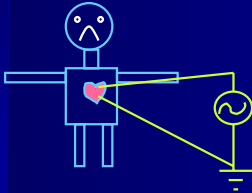
Macrochoque

- Corrente do choque entra no corpo humano pelo lado externo
- Ex.: Tocar rede elétrica com as mãos



Microchoque I

- É o choque que ocorre no interior do corpo humano.
- Ex.: Durante um cateterismo cardíaco

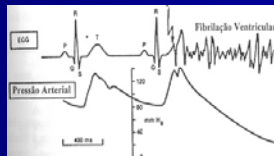


Microchoque II

- Sala de emergência
- Sala de operação
- UTI
- Lab de cateterismo
- Marcapasso interno
- ECG intracardíaco
- Cateteres para sangue, pressão, fluxo, injeção de drogas

Fibrilação ventricular

- Fibrilação Ventricular: Atividade elétrica do coração torna-se desordenada. Fibras musculares tremulam ao invés de pulsarem ordenadamente. Sangue não é bombeado adequadamente



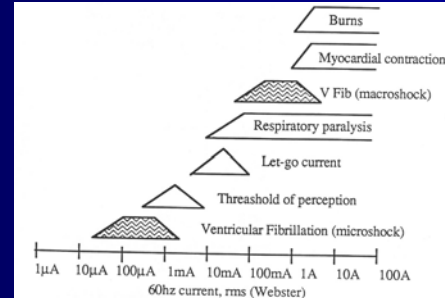
Fibrilação ventricular

- Macrochoque:
 - {75 mA, 200 mA} $\leq I \leq$ {1 A, 5 A}
- Microchoque:
 - $I \geq$ {20 μ A, 200 μ A}

Probabilidade de fibrilação ventricular

- Intensidade de corrente:
 - $75 \text{ mA} \leq I \leq 5 \text{ A}$
- Freqüência
 - $20 \text{ Hz} \leq f \leq 500 \text{ Hz}$
- Peso/Volume
 - Corrente maiores para cachorros maiores
- Duração do choque
 - $T \geq 1 \text{ s}$
- Umidade da pele
 - Rpele varia de $15 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}^2$ a $1 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}^2$

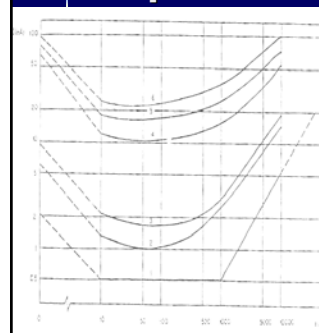
Efeitos da intensidade de corrente I



Efeitos da intensidade de corrente

I (mA)		Reação fisiológica	Consequência
CA	CC		
Até 25	Até 80	- 1 mA (ca) – Limiar da sensação/ sensação de formigamento - 5-15 mA (ca) – contração muscular - 15- 25 mA (ca) – contração violenta. - Impossibilidade de soltar eletrodo. Prob. respiratório	Se corrente for próxima a 25 mA, pode haver asfixia e conseqüente morte aparente
25 – 80	800-300	- Sensação insuportável - Contrações violentas - Asfixia	Morte aparente
> 80	> 300	- Queimaduras - Necrose do tecido - Fibrilação Ventricular - Asfixia imediata	Morte aparente, queimaduras e morte

Corrente elétrica x freqüência



- Curva 1: sem percepção
- Curva 2: Início da percepção para 50 %
- Curva 3: Percepção para 99,5 %
- Curva 4: corrente de largar para 99,5 %
- Curva 5: Corrente de largar 50 %
- Curva 6: Corrente de não larga para 99,5 %

Modelo elétrico do corpo humano

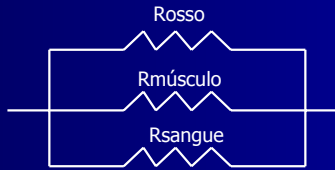
- O corpo elétrico pode ser modelado como um conjunto de impedâncias em série e em paralelo
- A impedância varia com a composição do órgão/membro, área da secção reta e comprimento

Impedância do corpo I

- Membros são cilindros

Material	ρ	L	A	R
Osso	100 $\text{k}\Omega \cdot \text{cm}$	50 cm	1 cm^2	5 $\text{M}\Omega$
Músculo	350 $\text{k}\Omega \cdot \text{cm}$	50 cm	50 cm^2	350 $\text{k}\Omega$
Sangue	170 $\text{k}\Omega \cdot \text{cm}$	50 cm	1 cm^2	8 $\text{k}\Omega$

Impedância do corpo II



Impedância do corpo III



Energia dissipada

- Efeito Joule
 - Potência Elétrica: $I^2 \cdot R$ (watts)
 - Energia Elétrica: $I^2 R \Delta T$ (watts.s)
 - Energia Térmica = $\rho c V \Delta T$ (watts.s)
 - $\Delta T = I^2 R \Delta T / (\rho c V)$

Problema 1

- Calcule a capacitância máxima de segurança entre um cateter cardíaco preenchido com solução salina e um transdutor assumindo uma falta 120 VAC a 60 Hz

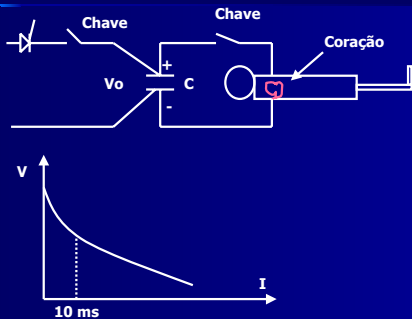
Problema 2

- Um paciente possui um cateter de pressão inserido no seu coração. A resistência da solução salina é de 50 kohms. Há capacitância parasita de 100 pF e resistência de 10 Mohms entre o terra do instrumento e a solução salina. A mão do paciente toca uma lâmpada de 120 V que está sob falta. Ocorre microchoque? Como resolver o problema?

Problema 2

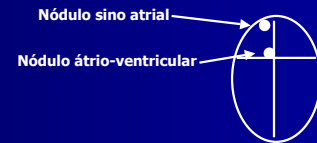


Desfibrilador elétrico I

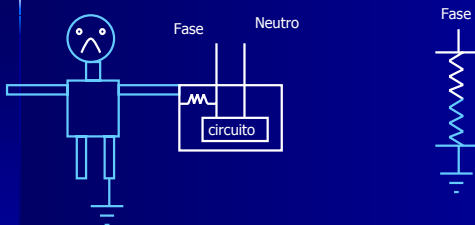


Desfibrilador elétrico II

- Fibras do coração são contraídas
- Nódulo sino-atrial volta a controlar os batimentos porque ele é o mais rápido.

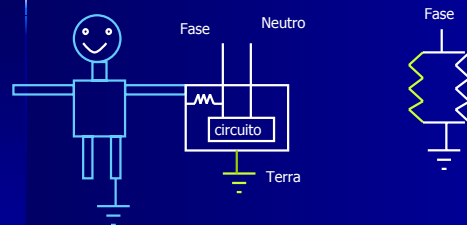


Aterramento elétrico I



Por onde passa corrente de fuga?

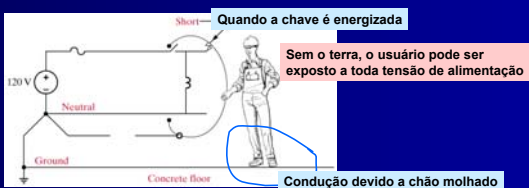
Aterramento elétrico II



Por onde passa mais corrente?

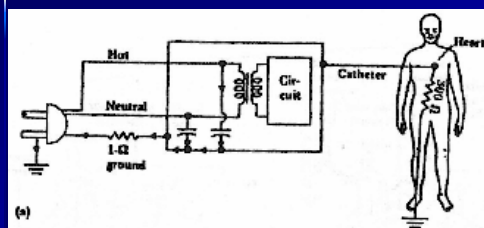
Aterramento elétrico III

Aumento da segurança devido a aterramento

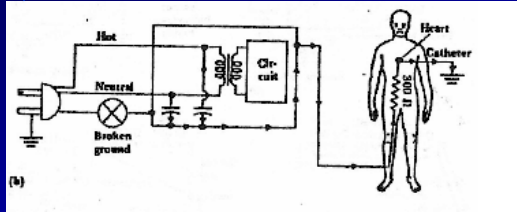


Se a tampa está aterrada, a fonte é curto-circuitada e o fusível entra em operação

Aterramento elétrico IV



Aterramento elétrico V



Risco em equipamentos hospitalares

