

SEGURANÇA DO PACIENTE EM SALA DE OPERAÇÕES: O ENFERMEIRO E A UNIDADE DE ELETROCIRURGIA

*Brigitta Pfeiffer Castellanos **

CASTELLANOS, B.P. — Segurança do paciente em sala de operações: o enfermeiro e a unidade de eletrocirurgia. *Rev. Esc. Enf. USP*,7(2):123-139, 1973.

A unidade de eletrocirurgia é um aparelho eletrônico que tem como objetivo promover a eletrocoagulação e a eletrodissecção. Como qualquer outro equipamento eletrônico, seus benefícios potenciais podem ser anulados, ou seu uso pode levar a desastrosas consequências, caso haja omissão ou desconhecimento com relação ao seu funcionamento, manejo e conservação. A avaliação das circunstâncias que envolvem queimaduras e problemas de interferência no paciente e em outros equipamentos eletrônicos contribui para maior segurança do paciente na sala de operações (S.O.). São analisadas as possíveis causas de queimaduras e é focalizado o papel do enfermeiro.

INTRODUÇÃO

Motivadas pela inexistência de literatura atualizada em língua portuguesa sobre o assunto, e estimuladas pelo crescente interesse de profissionais responsáveis por pacientes submetidos à eletrocirurgia e de alunos da disciplina de Enfermagem em Centro Cirúrgico, tentamos, neste trabalho, analisar o tema. Procuramos, dentro de nossas possibilidades, esgotar o assunto, com detalhes que, muitas vezes, apesar de minuciosos, são vitais para o paciente.

* Auxiliar de Ensino da disciplina Enfermagem em Centro Cirúrgico.

Tentamos avaliar as circunstâncias que envolvem queimaduras e problemas de interferência, no paciente e em equipamentos eletrônicos. Sabemos que tal avaliação necessita do auxílio de um profissional especializado, mas consideramos responsável do enfermeiro o conhecimento sobre os princípios de funcionamento e a problemática geral envolvida, pois, será ele o responsável pelo uso, manejo e manutenção da unidade de eletrocirurgia, direta ou indiretamente. O que puder ser feito a fim de aumentar a atenção do pessoal da SO para os riscos em potencial significará *maior segurança para o paciente*. Foi este o nosso objetivo.

A tecnologia eletrônica, apesar de trazer novas possibilidades e facilidades aos hospitais, também criou novos perigos e responsabilidades. Os benefícios potenciais do equipamento eletrônico podem ser anulados e, às vezes, levar a trágicas consequências, caso haja desconhecimento ou omissão em relação ao seu funcionamento, adequado manejo e conservação.

Um dos resultados do desenvolvimento da eletrônica aplicada à instrumentação médica foi a introdução da Unidade de Eletrocirurgia (usualmente conhecida como bisturi elétrico), com o objetivo de promover a *eletrodissecção* e a *eletrocoagulação* de vasos durante o ato cirúrgico.

Analisaremos os princípios do funcionamento da Unidade de Eletrocirurgia com o intuito de compreender não só os seus objetivos, mas também o seu funcionamento e outros fatores que possam interferir na precisão do equipamento ao seu redor. Nossa finalidade é discorrer sobre riscos em potencial no uso do bisturi elétrico e verificar como o enfermeiro de SO pode contribuir para a maior segurança do paciente.

PRINCÍPIOS DA ELETROCIRURGIA

A Unidade de Eletrocirurgia é um aparelho eletrônico que tem a propriedade de transformar a corrente elétrica alternada comum em corrente elétrica de tão alta frequência que, apesar de sua intensidade, não provoca migração de íons no organismo, nem ocasiona excitação farádica nos nervos.

Os aparelhos variam conforme a marca e podem ser de diferentes tamanhos, portáteis ou fixos à parede ou ao teto da SO.

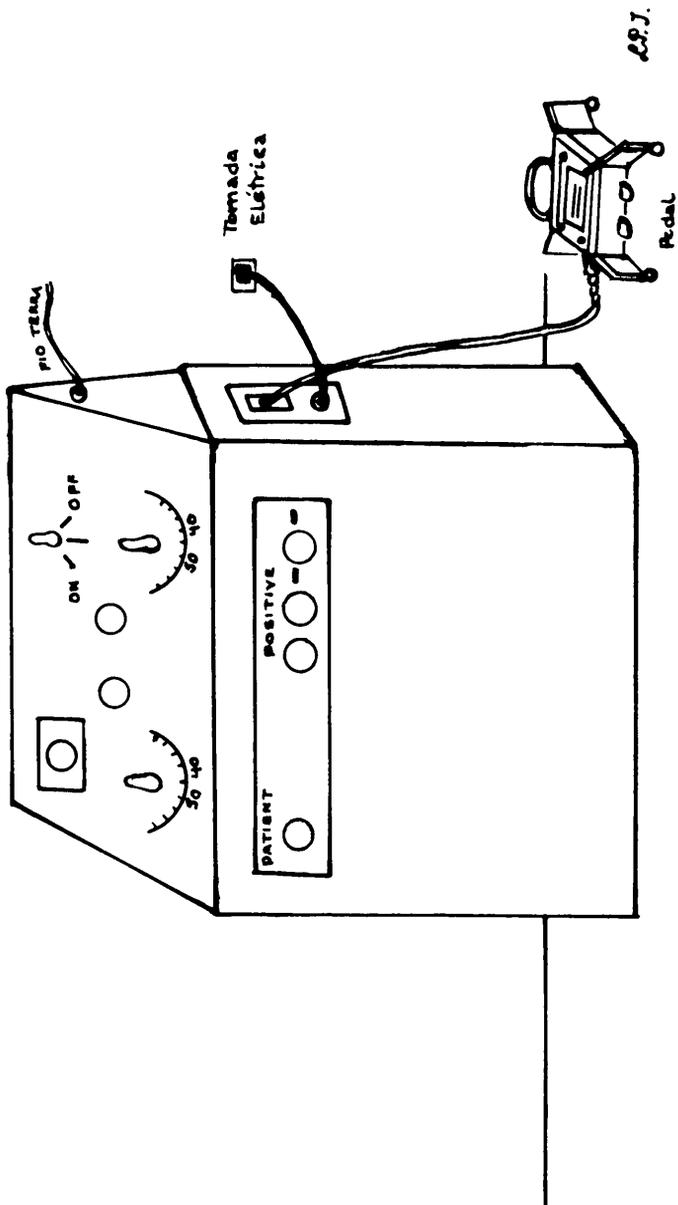


Fig. 1 - Unidade de Electrocirurgia "Bovie"

A descarga elétrica (de baixa amperagem — intensidade — e alta frequência), passando através de extremidades ponteadas, e em contato com tecidos, produz CALOR e este será regulado pelos mecanismos do aparelho. O efeito físico da eletrocirurgia baseia-se fundamentalmente na *Lei de Joule* (1), ou seja, na *energia térmica* produzida no organismo pela passagem da corrente elétrica. Convém salientar que os termos *eletrocirurgia* e *eletrocauterização* nem sempre são usados correta ou apropriadamente. Na eletrocirurgia, o calor é produzido, no tecido, pela passagem da corrente elétrica. Na eletrocauterização, o tecido é aquecido pelo calor de um metal quente e *não* há passagem de corrente elétrica.

Na eletrocirurgia, uma corrente elétrica de alta frequência aquece a ponta metálica do eletrodo positivo e passa através do corpo do paciente, que está situado entre dois eletrodos: o *positivo (ponta do bisturi)* e o *inativo* ou dispersivo (*placa do paciente*).

A ELETRODISSECÇÃO consiste em *seccionar* os tecidos com o eletrodo positivo. O calor (a que nos referimos na Lei de Joule) é aplicado de modo puntiforme ou então de modo linear em casos que há necessidade de movimentar o eletrodo. A dissecação não ocorre como resultante do corte pela extremidade afiada do dispositivo: é atribuída à *dissolução da estrutura molecular* das células teciduais. Quando o eletrodo positivo é colocado em contato com o tecido, a potente concentração de corrente no ponto de contato resulta em suficiente calor para a desidratação das células teciduais. Uma pequena quantidade de calor gerado produz somente hipermia do tecido; se for aumentada, produzirá evaporação da umidade da célula. A eletrodissecção ocorre, assim, pela *desidratação e fusão* das células que estão próximas ao eletrodo positivo.

Para se conseguir *boa cicatrização* é conveniente um corte liso, com poucos coágulos e, para isto, convém que seja usada uma corrente de máxima frequência e de intensidade alta, mas não excessiva (para se evitar ação térmica desnecessária). O eletrodo deve somente *tocar* os tecidos, sem pressão ou tração, *com a ponta*, para que a corrente elétrica seja a *mais*

(1) *Lei de Joule* — As correntes elétricas são reveladas por seus efeitos, entre os quais está o chamado *efeito de Joule*, que se acha relacionado com as trocas de energia que acompanham o movimento de cargas no interior do condutor e das quais resulta aumento da energia interna do mesmo. Como consequência, a temperatura do condutor tende a aumentar, resultando, daí, transferência de calor daquele para o exterior.

Eléctrodo Positivo

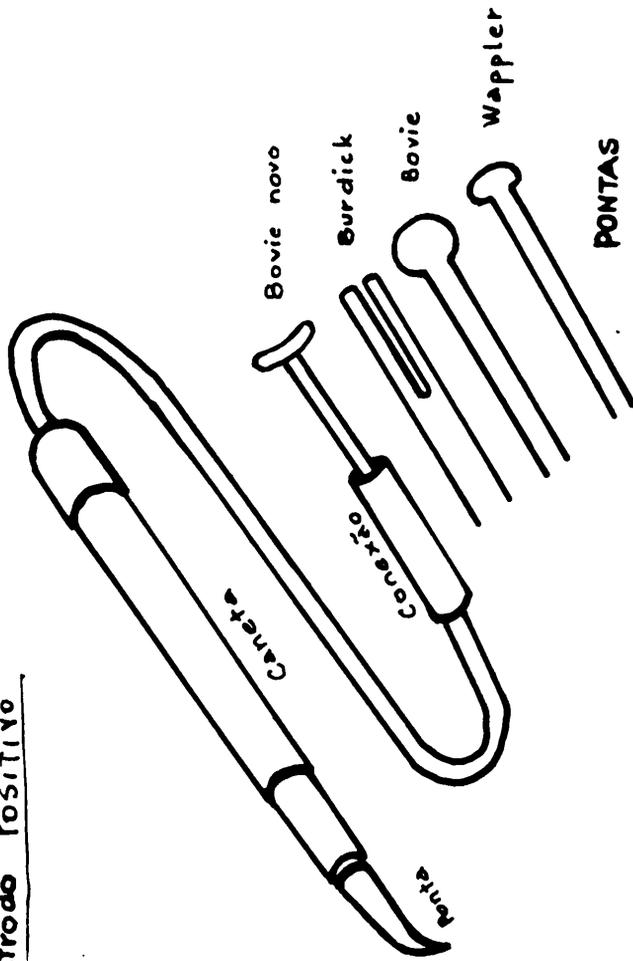


Fig. 2 - Ponta de bisturis eletricos de diferentes marcas

Eléctrodo Inativo

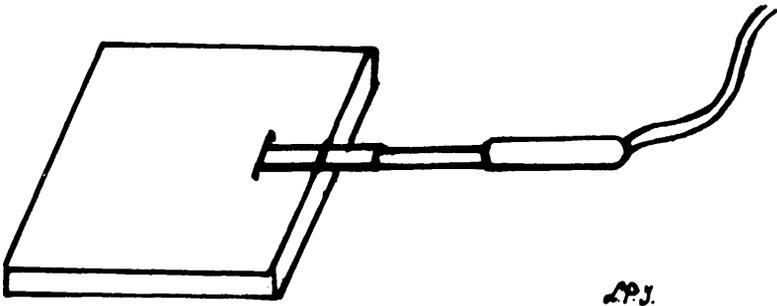


Fig. 3 - Placa dispersiva

densa (2) possível.

Obtém-se a ELETROCOAGULAÇÃO empregando-se intensidade maior e frequência menor que a usada para a dissecação. Há desidratação das células, solidificação das proteínas e retração dos tecidos. A corrente elétrica obstruirá todos os espaços sanguíneos e linfáticos, de modo que seu uso é, praticamente, sem extravasamento de líquido. É muito importante manter seco o campo operatório, pois caso contrário, desenvolver-se-á uma crosta de sangue que impedirá a coagulação profunda. A eletrocoagulação pode ser realizada por meio de:

- a) aplicação direta do eléctrodo ativo sobre a área desejada (método direto, mais usado para hemorragias capilares);
- b) pinçamento do vaso com uma pinça hemostática, tocando-a 2/3 de cm acima de sua ponta com o eléctrodo positivo (método indireto, o mais usado);

(2) **Densidade de corrente:** é a quantidade (intensidade) de corrente que percorre uma unidade de superfície, ou seja, A/cm^2 (A = ampère).

Equação de continuidade: as densidades de corrente são inversamente proporcionais às áreas das secções retas do condutor.

- c) distância do eletrodo ativo de 2—8 mm do local a ser coagulado: a faísca salta esse pequeno espaço e atinge o tecido (método à distância).

DEFINIÇÃO DE TERMOS

Durante a explicação do mecanismo da eletrodissecção e da eletrocoagulação, mencionamos dois termos que julgamos importante analisar: *densidade da corrente elétrica e resistência do condutor*.

Distribuição da corrente

Correntes alternadas, geradas pelas unidades de eletrocirurgia, comportam-se em alguns aspectos, do mesmo modo que a eletricidade estática, isto é, distribuem-se sobre a superfície externa de um objeto e não dentro do mesmo. Por outro lado, concentram-se nas pontas agudas de um condutor ou, no caso de superfícies irregulares, nas saliências pontiagudas das mesmas.

Aplicação prática

Estas propriedades foram aplicadas: a) na construção e uso do bisturi elétrico: qualquer que seja o formato do bisturi, ele precisa ter uma extremidade pontiaguda, onde se concentra a corrente elétrica de alta densidade, que é responsável pelos efeitos térmicos sobre o tecido (Figs. 4 e 5); b) na construção e uso do eletrodo inativo ou placa dispersiva, sobre a qual distribue-se uma corrente de baixa densidade, com efeito térmico moderado.

O corpo do paciente fica situado entre o bisturi e a placa dispersiva. A corrente alternada passa pelo bisturi produzindo no tecido o efeito desejado e atravessa o corpo à procura da placa dispersiva, que está ligada ao fio terra pelo qual será eliminada. Se o contato entre o corpo do paciente e a placa dispersiva for regular e homogêneo, a corrente que se distribui pela placa será de fraca densidade e portanto eliminada sem causar dano ao paciente.

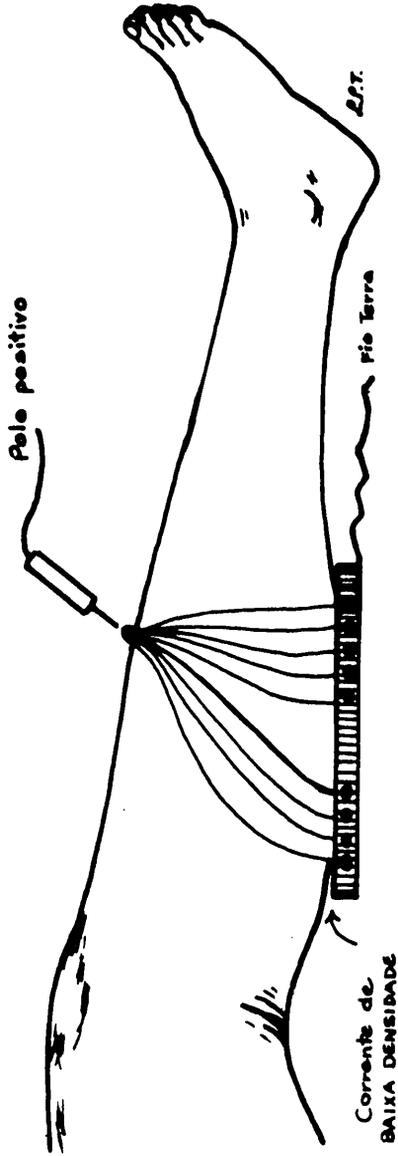


Fig. 4 - Placa dispersiva lisa com boa zona de contato com a superfície corpórea, resulta em corrente de Baixa Densidade e menor risco de queimaduras.

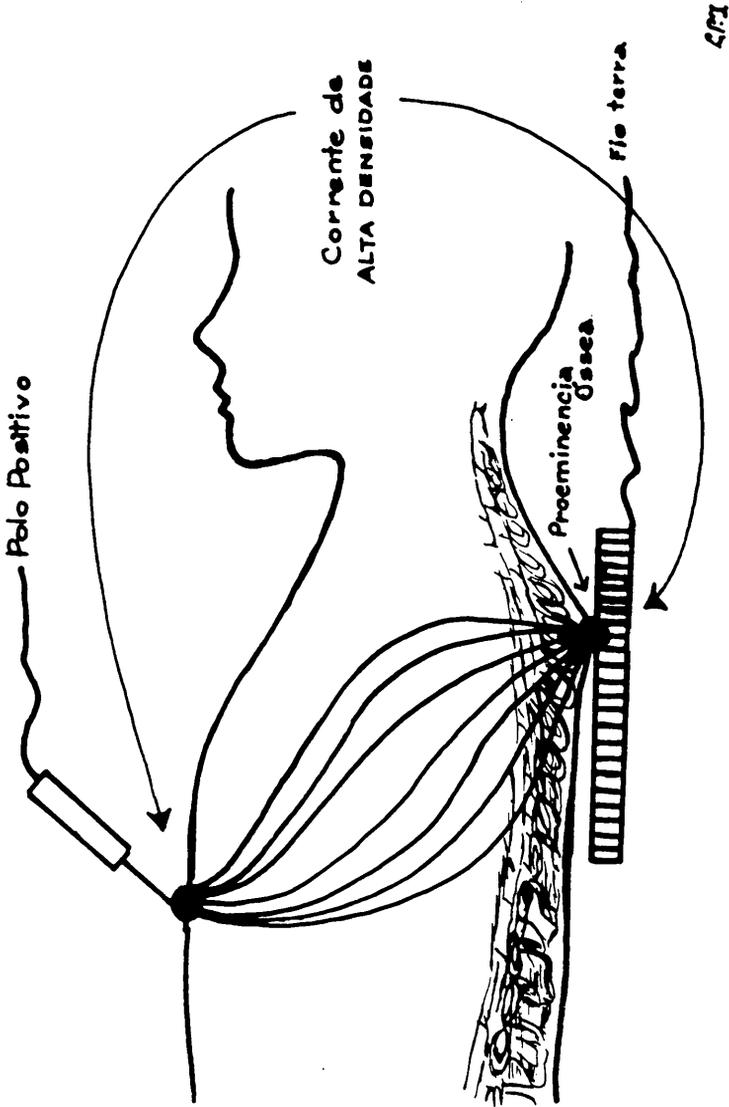


Fig. 5 - Uma área de contato pequena entre a placa dispersiva e a superfície corpórea resulta em corrente de Alta Densidade provocando queimaduras.

Se, entretanto, houver irregularidade na placa dispersiva (no caso de placa de chumbo ou saliência óssea) o contato do corpo do paciente com esta far-se-á apenas em alguns pontos e a corrente concentrar-se-á nessas pequenas áreas, com alta densidade, causando queimaduras nos pontos de contato.

A correção no uso, localização e conexão da placa dispersiva é um dos fatores de maior importância para a segurança do paciente. Não há tamanho ideal da placa inativa, pois, o que importa é a *real* dimensão da superfície *em contato* com o paciente. Em média, tais placas medem 20 x 35; geralmente são de aço inoxidável, pois, este material facilita a limpeza, resiste à corrosão eletrônica e é durável. O motido do seu uso é proporcionar uma passagem para a corrente de alta frequência introduzida pelo elétrodo positivo. Se a placa dispersiva não for conectada à unidade de eletrocirurgia e ao fio terra, não poderá atuar como uma passagem para a corrente elétrica de alta frequência; esta corrente se dirigirá, então a qualquer caminho possível, escolhendo o que oferecer a menor resistência; este caminho poderá ser, entre outros, uma perneira metálica, um suporte de braço metálico, uma área de contato entre o arco da mesa cirúrgica e o braço do paciente, elétrodos de ECG* e EEG**, ou a coberta da mesa cirúrgica (principalmente quando molhada). Note-se que a corrente poderá aquecer perigosamente a tubulação condutiva do equipamento de anestesia. Se a placa dispersiva estiver apropriadamente conectada à unidade de eletrocirurgia e ao fio terra, mas oferecer *pouco contato* com o paciente, ocorrerá a mesma problemática, se bem que em grau menor, mas, ainda assim, prejudicial ao paciente. Contato insuficiente entre placa e paciente pode ser resultante de colocação inapropriada, de condições especiais da pele (presença de muitos pelos, tecido escarificado ou morto, pele muito seca) ou pode ocorrer quando a placa desliza sob o paciente quando este é movimentado, mudando de posição, ou quando, inadvertidamente, coloca-se campo entre a placa e a zona de contato do paciente.

Na maioria das vezes, a placa dispersiva é colocada debaixo da pantorrilha, ou nádega. O importante é evitar áreas com proeminências ósseas (sacro, tíbia, pelvis, escápula), pois essas proeminências tornar-se-ão passagem de corrente de alta densidade (menor área de contato), ocasionando queimaduras. Alguns autores acham que a colocação da placa deve ser

* Eletrocardiograma
 ** Eletroencefalograma

relativa ao local da cirurgia, a fim de que se evite que a corrente passe pelo eixo cardíaco (fator de máxima importância em pacientes com implantação de *marca-passo* cardíaco artificial que causa baixa do limite de resistência elétrica e, por isto, sensibilidade elétrica maior). A localização da placa dispersiva também tem influência na interferência em outros equipamentos elétricos da SO. Se a passagem da corrente pode ser tal que não inclua ou coincida com a posição de um eletrodo do monitor, a interação será grandemente diminuída. Em geral, aconselha-se a colocar a placa o mais próximo possível da área operatória e *monitorizar* com eletrodos o mais longe possível desta área operatória (por exemplo: em neurocirurgia, a placa deve ser colocada sob os ombros, e as conexões do monitor poderão ser do tórax para as pernas). A tendência no atual esquema, (*design*) de aparelhos, como parte de um sistema, é planejar equipamentos que rejeitem a interferência de correntes de alta frequência.

Resistência elétrica do condutor

Cada tipo de tecido tem uma resistência elétrica que lhe é característica. Por exemplo, consideramos a resistência do tecido muscular como unitária, por ser a menor em relação à dos outros tecidos; a do tecido adiposo é umas vinte vezes; a do tecido cerebral, cinco vezes e a da pele, duas vezes maior. Segundo o valor desta resistência elétrica, a coagulação ou a lesão térmica será maior ou menor. Lembrando a lei de Joule, teremos que o maior efeito calórico ocorrerá onde a resistência é maior, pois:

$$U = ki^2 rt$$

onde k é o coeficiente de proporcionalidade (no sistema Giorgi $K = 0,24$), ou seja: *a quantidade de calor (U) de um condutor elétrico (o organismo, no nosso caso) é diretamente proporcional à resistência (r) e ao quadrado da intensidade da corrente (i) e está na dependência direta do tempo durante o qual a mesma passa (t)*. Duplicando-se, por exemplo, a resistência do condutor (r), duplica-se o número de calorías geradas (U). Um pequeno aumento da intensidade (0,5 a 1A) quadruplica a produção de calor.

Aconselha-se o uso de um creme condutor (por exemplo, pasta de ECG) como lubrificante da placa, com o objetivo de um contato mais

íntimo e diminuição da resistência da pele pelo aumento da umidade local. É importante, entretanto, escolher um creme condutor que *não seque* durante o ato cirúrgico, pois, do contrário, o creme funcionará como isolante e não como condutor.

VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ELETROCIRURGIA

Vantagens

- a incisão é esterilizante, com impossibilidade de propagação de germes ou células neoplásicas pelo bisturi;
- há obliteração dos capilares e interstícios linfáticos, diminuindo, assim a hemorragia capilar e a secreção pós operatória da ferida;
- a hemostasia é rápida, permitindo melhor visualização do campo cirúrgico.

Desvantagens

- não serve para obliterar vasos medianos ou grandes;
- necrose de tecido: não se consegue evitar a combustão das células mais próximas a incisão, com o risco de haver complicações na cicatrização.

O ENFERMEIRO E A UNIDADE DE ELETROCIRURGIA

Baseados no que acabamos de analisar, em relação ao funcionamento e objetivos da Unidade de Eletrocirurgia, deduziremos que o equipamento deve estar nas mãos de pessoal com ele familiarizado. O problema básico é a prevenção de acidentes. Uma queimadura, grave às vezes, poderá resultar do uso de um *bisturi elétrico*. As causas podem ser:

- conexão imprópria entre a unidade e a placa dispersiva ou inativa;
- contato falso ou insatisfatório entre a placa dispersiva e o paciente;
- conexão imprópria entre a unidade (ou placa dispersiva) e o *fio terra* da SO e/ou o *fio terra* central do hospital;
- contato do paciente com partes metálicas da mesa cirúrgica ou com acessórios.

Outro problema que não deve ser esquecido nem menosprezado é a incompatibilidade entre o uso da Unidade de Eletrocirurgia e o uso de gases anestésicos explosivos. Como o uso da unidade envolve a formação de arcos elétricos e a existência de faíscas, é lógico que se deve tomar precaução para se evitar a ignição de gases inflamáveis. Felizmente, o aumento do uso de gases não explosivos está reduzindo esta problemática.

A avaliação de todas estas circunstâncias envolvendo queimaduras e interferências necessita do auxílio de um competente engenheiro hospitalar. Entretanto, todo o indivíduo responsável pelo uso do equipamento deve conhecer os aspectos básicos de seu manejo e as possíveis complicações, com vistas à prevenção de acidentes (queimaduras, explosões, choques).

Em resumo, os cuidados que devem ser observados pelo enfermeiro de SO quanto ao funcionamento do aparelho e cuidados com o paciente são dados a seguir:

- Observar as instruções sobre o manejo do aparelho.
- Conhecer os objetivos, funcionamento e manejo da unidade.
- Inspeccionar se todo o material está em boas condições, se não há partes de fio elétrico expostas, se as conexões e tomadas elétricas estão em ordem.
- Verificar se a voltagem da corrente elétrica do interruptor

da SO corresponde a do aparelho.

– Verificar se o comutador de entrada de corrente elétrica está em *Off*, se as manípulas reguladoras da intensidade da corrente estão em *Zero*.

– Selecionar o local apropriado e colocar a *placa inativa* de modo a proporcionar boa área de contato, antes de a equipe cirúrgica iniciar o preparo da área operatória.

– Evitar o contato do paciente com outras partes metálicas da mesa ou de acessórios, forrando bem estes locais com campos ou coxins e revisando-os após o paciente ser colocado em posição especial para a cirurgia proposta.

– Conectar a *placa dispersiva* com a unidade de eletrocirurgia no local assinalado *PATIENT, INACTIVE* ou *INDIFFÉRENT*.

– Ao colocar o paciente em posição especial para a cirurgia, rever a colocação da placa e possível contato com outras partes metálicas.

– Ligar o *fio terra* da unidade de eletrocirurgia ao dispositivo *terra* da SO.

– Aproximar o pedal da Unidade para perto do cirurgião, se necessário, colocar uma compressa sob o pedal, para que não deslize no chão durante o uso.

– Receber do instrumentador a *ponta do bisturi*, *ESTÉRIL*, e ligá-la ao aparelho no local assinalado *ACTIVE (ATIVO)*.

– Ligar a unidade: *OFF – ON*, ou *OFF – PAUSE – ON*, nos aparelhos que necessitem de uma pequena pausa (alguns segundos) para aquecer o dispositivo.

– Evitar o umedecimento da placa inativa e de campos cirúrgicos por agentes antissépticos, que poderão tornar-se condutores de eletricidade.

— Manter a intensidade da coagulação e da dissecação entre 40–50; estar atento às solitação de aumento ou diminuição de intensidade.

— Observar continuamente o funcionamento do aparelho e qualquer reação anômala no paciente ou na equipe: os sistemas de alarma (luz vermelha, campainha) denunciam interrupções de conexões do aparelho que deverão ser revistas e ajustadas. Uma possibilidade que deve ser lembrada é a de que a lâmpada do alarma possa ter queimado. Neste caso, pode haver uma falha nas conexões e o alarma não funcionar. Recomenda-se, por isto, optar pelas Unidades que tenham um foco luminoso que acende quando o aparelho está em ordem e apaga (ou outra luz se acende) quando há qualquer problema. A grande falha destes sistemas todos é que não denunciam casos de inadequados contatos entre o *paciente* e a *placa dispersiva*, podendo este fato, então, passar despercebido e causar uma queimadura no paciente.

— Lembrar que, apesar do excesso de eletricidade ser descarregado pelo *fio terra*, correntes de pequena amplitude podem se propagar através do material isolante ou das peças. Normalmente, todo o equipamento de corrente alternada tem uma descarga de 60 Hertz (média de oscilações/seg.). Os seus efeitos fisiológicos dependerão da resistência do paciente e da voltagem aplicada. Quando o indivíduo está em contato com uma variedade de fontes de eletricidade (equipamentos eletrônicos diferentes aplicados a um mesmo paciente), quantidades significativas de corrente podem circular através dele e causar severos efeitos.

— Estar alerta a interferências com outros equipamentos elétricos conectados e em uso simultâneo no mesmo paciente. Isto se deve a baixa corrente de 60 Hertz que circula continuamente entre o circuito e não a alta frequência da corrente.

— Lembrar-se de verificar o isolamento, pelo *fio terra*, de qualquer aparelho-monitor adaptado ao paciente. O isolamento de todos os aparelhos e da unidade de eletrocirurgia deve ser feito no mesmo *fio terra* da SO, para se evitar o desenvolvimento de diferenças de potenciais entre o paciente e as várias peças do equipamento, quando houver falha de qualquer componente.

— Lembrar-se da incompatibilidade do *bisturi elétrico* com o uso de gases anestésicos explosivos (éter, ciclopropano).

— Terminada a cirurgia, desligar o aparelho, sem puxar os fios, e retirar os acessórios. Guardá-los adequadamente em seu devido lugar.

— Após o uso, limpar o dispositivo do eletrodo positivo (caneta, ponta e fios) com álcool ou benzina, e esterilizá-lo na estufa em vapor de formalina (50°C, 2 horas, 5%).

— Limpar e guardar com o aparelho, o pedal, a placa e os fios.

— Elaborar um plano de controle periódico para todas as peças do equipamento, com o auxílio do responsável pela segurança elétrica do hospital. Lembrar-se da inconveniência de misturar peças de marcas diferentes. A maioria das companhias desenham suas próprias peças, para maior segurança. Os hospitais não compram com exclusividade, de um só fabricante e, se os equipamentos forem misturados, a segurança será sacrificada. O ideal é ter uma pessoa qualificada para testar o funcionamento e o estado de manutenção, para saber o que fazer em caso da falha e reconhecer defeitos em potencial.

— Desenvolver, com o auxílio de pessoal especializado, programas de atualização e educação em serviço para os funcionários da SO, sobre o uso, manejo e manutenção da Unidade de Eletrocirurgia (bem como de todos os demais aparelhos usados na SO).

Note-se que não só o equipamento em si necessita ser testado regularmente, como o ambiente hospitalar deve ser seguro. Isto exige uma rotina de manutenção: controle de tomadas, interruptores, isolamento da SO pelo *fio terra*, etc.. Qualquer anormalidade com tomadas ou acessórios elétricos deve ser imediatamente comunicada ao responsável pela segurança elétrica.

CASTELLANOS, B.P. — Patient's safety in the operating room. The nurse and the electro-surgical unit. *Rev. Esc. Enf. U.S.P.* 7(2): 123-139, 1973.

The electro-surgical unit is an electronical equipment that promotes electrocoagulation and electro-surgery. As any other electronical equipment, its potential benefits can be annulated or its effects can be

tragically disastrous to the patient, if there are omissions or misuse in its handling and maintenance. The analysis of the hazards involving burn injuries and interference problems with patients already monitorized contribute to the safety of the patient in the operating room. Possible cause of burn injuries are analysed and the role of the nurse emphasized.

BIBLIOGRAFIA

- ALVIM, M.F. – A enfermagem na eletrocirurgia. *Rev. Paul. Hosp.*, 15 (12): 46–49, 1967.
- BATTING, C.G. – Electrosurgical burn injuries and their prevention. *JAMA*, 204 (12): 91–5, 1968.
- BILLING, G.A. – Patient safety and electrosurgery. *AORNJ*, 14 (8): 62–68, 1971.
- FOSWELL, L.G. – Equipment and personnel controls can improve safety and reduce insurance costs. *Mod. Hosp.*, 118 (5): 109–112, 1972.
- GINSBERG, F. – *A manual of operating room technology*. 5th ed. Philadelphia, Lippincott, 1966, p. 183.
- HOW a safety program works. *Mod. Hosp.*, 118 (5): 99, 1972.
- KEENE, J. – Cooperative program in California teaches electrical safety to staffs. *Mod. Hosp.*, 118 (5): 103–106, 1972.
- KERSCHNER, M. – *Tratado de técnica operatória general y especial*, 3ª ed. Barcelona. Ed. Labor, 1965. Tomo I, 1ª parte, p. 122.
- OR PANEL – Hazards from electrical equipment. *Hosp. Topics*, 48 (7): 93–100, 1970.
- PROPER electrical equipment maintenance requires proper facilities and staffs. *Mod. Hosp.*, 118 (5): 106–107, 1972.
- RODRIGUES, E.C. & PIERONI, R.R. – *Física*. 3ª ed. São Paulo, Clássico-Científica, 1956, V. 3, p. 315.
- SALZANO, S. – Estudo da ação do parafórmico nas bactérias em forma esporulada. *Rev. Esc. Enf. da USP*, 2 (2): 46–57, 1968.
- TRAINING and testing can help ensure electrical safety. *Mod. Hosp.*, 118 (5): 97–99, 1972.