

Artigo original**Efeitos da aplicação de microcorrente no processo de reparo tecidual de queimaduras*****Effects of microcurrent application on tissue repair procedure of burns***

Sharin de Assis Costa*, Angela Miranda de Freitas*, Carina Oliveira dos Santos, Ft., M.Sc.**

.....
*Acadêmica do curso de Bacharel em Fisioterapia da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, **Especialista em Fisioterapia Dermato-Funcional e Acupuntura, Docente da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador/BA

Resumo

Introdução: As queimaduras agredem a pele, que reage desencadeando o reparo tecidual com o objetivo de reconstituir as camadas que foram lesadas. A microcorrente visa aumentar o fluxo de corrente endógena, permitindo que a área traumatizada recupere sua capacitância, o que reduz a resistência do tecido lesionado e proporciona vantagens à cicatrização tecidual. *Materiais e métodos:* Ensaio clínico controlado. A amostra incluiu pacientes queimados em fase ambulatorial de um hospital, que foram divididos em grupos controle e experimental. Os pacientes do grupo experimental recebiam a aplicação da microcorrente durante 12 sessões. *Resultados:* Participaram do estudo 12 pacientes, cada grupo composto por 6 indivíduos. A idade variou de 26 a 49 anos. Maioria dos participantes era do sexo feminino (58,3%). O grupo experimental apresentou maior diminuição da área queimada em menor tempo, redução do quadro algico, e maior ganho de peso corporal durante o tratamento. *Conclusão:* O tratamento com a microcorrente otimizou a cicatrização com relação à velocidade, assim como na redução da dor e auxílio ao funcionamento do organismo dos indivíduos vítimas de queimaduras através do ganho de peso corporal.

Palavras-chave: microcorrente, cicatrização, queimaduras.

Abstract

Introduction: The burns attack the skin, that reacts triggering the repair tissue aiming to reconstruct the injured skin layers. The microcurrent increases the flow of endogenous current, enabling the traumatized area recover its capacitance, which reduces the resistance of the injured tissue and provides benefits to healing tissue. *Materials and methods:* Controlled clinical study. The population included burned patients of an outpatient hospital ambulatory, which were divided into control and experimental groups. Patients in the experimental group received the application of microcurrent for 12 sessions. *Results:* Participated 12 patients, each group of 6 subjects. Ages ranged from 26 to 49 years old. Most participants were female (58.3%). The experimental group showed greater reduction in area burned in less time, reduction of pain and greater gain in body weight during treatment. *Conclusion:* Microcurrent treatment optimized the healing with respect to speed, as well as in reducing pain and aid to the body functions by body weight gain.

Key-words: microcurrent, healing, burns.

Recebido em 10 de setembro de 2009; aceito 8 de março de 2010.

Endereço para correspondência: Carina Oliveira dos Santos, Ladeira da Fonte, 8/901, 40080-20 Salvador BA, Tel: (71) 9987-0000, E-mail: carina.oliveira@yahoo.com.br

Introdução

A epiderme e a derme são componentes da pele humana, responsável pela primeira linha de proteção do organismo contra agentes externos [1]. Quando ocorrem lesões nas camadas da pele, esse mecanismo de proteção é prejudicado, e a cicatrização da área é iniciada com o objetivo de reconstituir as camadas lesadas de acordo com o mecanismo cicatricial de cada camada [2]. Quando uma queimadura lesa somente a epiderme, ocorre a epitelização. O processo de cicatrização da derme é dividido em fases inflamatória, proliferativa e de maturação [3].

A queimadura é muitas vezes definida como uma lesão tecidual resultante da ação direta ou indireta do calor sobre o organismo humano, podendo resultar de diferentes fontes térmicas (líquidos quentes, fogo, eletricidade, radioatividade, etc) [2], causando comprometimento parcial ou total das funções das camadas da pele atingidas por essa lesão.

Segundo a Sociedade Brasileira de Queimaduras, no Brasil, acontece um milhão de casos de queimaduras a cada ano, 200 mil são atendidos em serviços de emergência e 40 mil demandam hospitalização, estando entre as principais causas de morte registradas no país. De acordo com a profundidade e extensão da superfície corporal queimada, o prognóstico se agrava proporcionalmente ao nível de abrangência, comprometendo o funcionamento do organismo e favorecendo complicações do reparo tecidual no local afetado [1].

Na área da ferida ocorre uma diminuição da condutância elétrica. Esse decréscimo do fluxo elétrico diminui a capacitância celular, gerando como resultado a inflamação, com isso a cura se prolonga. O que justifica a teoria de que os impulsos elétricos do corpo precisam de uma corrente adicional, necessária para superar a barreira de impedância inerente ao tecido traumatizado [4].

Atualmente inúmeras pesquisas são realizadas com o objetivo de elucidar formas de tratamento para a reabilitação de pessoas que sofreram queimaduras. Muitas descobertas foram feitas e o tratamento das queimaduras vem se aperfeiçoando ao longo do tempo.

Dentre essas descobertas, a microcorrente é um recurso eletroterapêutico que utiliza corrente de baixa intensidade e possui características sub-sensoriais [4], apresentando resultados animadores no controle da dor, na cicatrização de feridas e no controle de edemas [5]. A correta aplicação deste aparelho no local lesionado pode aumentar o fluxo de corrente endógena, o que permite que a área traumatizada recupere sua capacitância, reduzindo a resistência do tecido lesionado [4,6].

A maioria dos estudos que abordam a avaliação dos efeitos desse tipo de corrente foi realizada em animais, existindo uma dificuldade em comparar os diferentes estudos realizados até o momento. A falta de critérios de padronização que permitam possíveis comparações e o não estabelecimento de grupos controles desencadeiam controvérsias sobre a real eficácia

do estímulo elétrico, abaixo do nível sensitivo, em facilitar o processo de cicatrização. Essas dificuldades encontradas na literatura atual ratificam a necessidade da realização de pesquisas que esclareçam os reais efeitos da aplicação da microcorrente no reparo tecidual de lesões em humanos [7].

Com a concretização deste estudo pretende-se colaborar com o conhecimento prático sobre a questão da microcorrente possuir efeitos benéficos na aceleração da cicatrização de queimaduras, como também na promoção de uma recuperação precoce e eficaz, e assim proporcionar um retorno mais rápido dos pacientes às atividades funcionais.

O objetivo geral deste estudo é descrever os efeitos da aplicação de microcorrentes no processo de reparo tecidual de lesões causadas por queimaduras em humanos, identificando e relacionando as alterações ocorridas no tecido cicatricial da área onde ocorreu a queimadura.

Materiais e métodos

Este estudo trata-se de um ensaio clínico controlado, que aborda o processo cicatricial de queimaduras com utilização da microcorrente. A população do estudo foi composta por pacientes queimados maiores de 18 anos de idade, em fase ambulatorial de Hospital de Referência, sendo a coleta de dados realizada no período de outubro de 2008 a março de 2009.

Foram incluídos do estudo pacientes com queimaduras em região de membros superiores, inferiores ou em tronco, que tivessem interesse e disponibilidade em participar do estudo e que concordassem em assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Pacientes que possuíssem osteomielite, dor de origem desconhecida, queimaduras próximas ao marca-passo, útero gravídico e/ou realizassem tratamento eletroterapêutico eram excluídos do estudo.

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP), respeitando os aspectos éticos e de confidencialidade, em concordância com o Conselho Nacional de Saúde (resolução 196/96).

Os pacientes se dirigiam ao Hospital de Referência em Queimados da Bahia apenas para realização de curativos e cinesioterapia. Neste local foi realizada a seleção dos 14 participantes mediante a explicação do conteúdo da pesquisa, preenchimento de suas fichas de avaliação e posterior concordância com o estudo ao assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os pacientes foram divididos em dois grupos, o grupo controle, no qual eram realizados apenas os registros fotográficos devido à impossibilidade de deslocamento do paciente até a clínica de fisioterapia, e o grupo experimental, que recebeu o tratamento com a microcorrente.

Após a retirada do curativo, eram realizados os registros fotográficos uma vez por semana, utilizando uma máquina fotográfica digital da marca Olympus Lens 6.1 mm 1:2.8, 4.0 megapixels, com auxílio de duas réguas de plástico. Uma

das régua padronizou a distância obedecendo a Escala de Distância de 30 cm e angulação em 90 graus da máquina fotográfica em relação ao segmento fotografado. A outra régua foi posicionada paralela a ferida para auxiliar no momento da mensuração da área real da queimadura. As fotografias foram realizadas de acordo com o mesmo posicionamento adotado no primeiro registro, baseado em pontos de referência anatômica.

Posteriormente, a análise da imagem foi realizada no programa ImageJ®, no qual a área da ferida foi delimitada em sua borda por meio de um traço contínuo, que possibilitou o cálculo da área. A unidade de medida utilizada foi estabelecida pelo programa. A velocidade semanal da cicatrização foi calculada a partir da obtenção das diferenças das áreas da ferida entre as semanas, essa diferença foi dividida pelos sete dias da semana, resultando na média de velocidade de cada semana.

Após o registro fotográfico, era feito um novo curativo, que era modificado de acordo com a condição e evolução de cada fase da queimadura, e os pacientes eram encaminhados ao atendimento fisioterapêutico, no qual realizavam apenas a cinesioterapia, e em seguida, os pacientes do grupo experimental se dirigiam à Clínica de Fisioterapia para realização do tratamento com a microcorrente.

A aplicação de microcorrentes foi realizada em uma Clínica de Fisioterapia de Salvador, duas vezes por semana, num total de 12 aplicações. A área em fase de reparo tecidual era submetida ao tratamento durante 30 minutos, com os parâmetros 500µA de intensidade, frequência 0,5 Hz, e inversão de polaridade a cada 3 segundos, fornecidos pelo aparelho Neurodyn Esthetic da marca Ibramed®.

Os eletrodos de borracha eram embebidos no gel condutor e colocados próximos e co-planares à ferida, já coberta com o curativo, e fixados com esparadrapos impermeáveis da marca Missner®. Antes e após todas as aplicações da microcorrente era realizada a avaliação da sensibilidade no local da intervenção com estesiômetros da marca SORRI® e os participantes eram questionados a respeito do nível de dor através da Escala Visual Analógica (EVA). O peso era avaliado no primeiro, no sexto, e no último dia para acompanhamento e posterior análise.

As variáveis dependentes deste estudo são a área da ferida, dor, sensibilidade, velocidade de cicatrização e peso. As variáveis independentes são o sexo e a idade. Foram utilizados os software BioEstat 5.0 e R 2.0.1 para validação e correlação dos dados.

Para análise pareada das variáveis dependentes que apresentaram distribuição não-normal foi utilizado o teste Wilcoxon. Visando comparar o grupo controle e o grupo experimental, aplicou-se o teste não-paramétrico de Mann-Whitney. O nível de significância foi considerado com erro de 0,05 para todos os testes.

Todos os procedimentos foram realizados com cuidado e devida atenção à higienização dos materiais utilizados no estudo. Todo material necessário para realização da pesquisa foi adquirido pelos responsáveis do estudo.

Resultados

A população do estudo foi constituída por 14 pacientes que sofreram queimaduras no período de novembro de 2008 a março de 2009. Foram incluídos no estudo indivíduos que apresentassem queimaduras superficial de espessura parcial e profunda de espessura parcial e/ou completa, com período máximo de 3 meses de lesão, localizadas em tronco e extremidades.

Os pacientes que possuíam queimaduras localizadas apenas em região da face, próximo ao útero gravídico, fizessem uso de marca-passo e que não participaram das coletas, foram excluídos do estudo. Dessa forma, houve duas perdas já que um dos pacientes apresentava uma queimadura há mais de um ano, e o outro paciente abandonou a coleta de dados, sendo excluídos do estudo, resultando em uma amostra composta por 12 pacientes.

A partir da análise descritiva dos dados observou-se que dos 12 pacientes que tinham queimadura, 58,3% eram do sexo feminino e 41,7% do sexo masculino, mostrando que as queimaduras tiveram uma maior proporção entre as mulheres. A faixa etária predominante foi a de 30 a 39 anos (41,7%), sendo a média de idade de 34 anos, desvio padrão $\pm 7,85$ anos; a idade mínima foi de 26 anos e a máxima de 49 anos (Tabela I).

Tabela I - Caracterização dos queimados segundo variáveis socio-demográficas. Salvador/BA, 2009.

Variáveis	n	%
Sexo		
Feminino	7	58,3
Masculino	5	41,7
Faixa Etária		
18 a 29 anos	4	33,3
30 a 39 anos	5	41,7
40 a 49 anos	3	25,0
≥ 50 anos	0	00,0

De acordo com o teste de Wilcoxon, em ambos os grupos observou-se diferença estatisticamente significativa referentes à área (Figuras 1, 2, 3 e 4) e à dor (na primeira e na sexta semana de aplicação da microcorrente). No grupo experimental, além das medidas supracitadas, verificou-se também que o peso corpóreo antes e depois da aplicação da microcorrente apresentou diferença estatisticamente significativa (Tabela II).

Figura 1 - Grupo Experimental na primeira e última aplicação. A, B, C – antes da aplicação da microcorrente. A*, B*, C* – após as 12 aplicações de microcorrente.

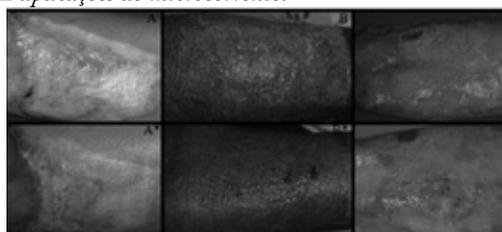


Figura 2 - Grupo Experimental na primeira e última aplicação. D, E, F – antes da aplicação da microcorrente. D*, E*, F* – após as 12 aplicações de microcorrente.

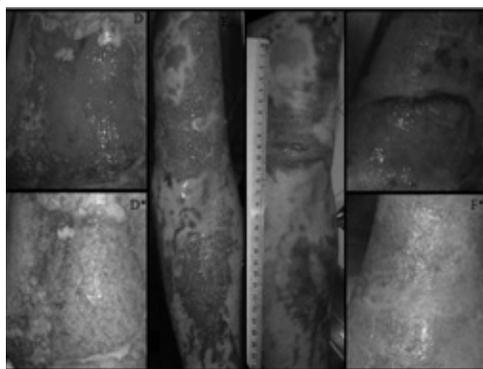


Figura 3 - Grupo Controle no primeiro e no último registro. G, H, I – primeiro dia do registro fotográfico G*, H*, I* – depois das 6 semanas de acompanhamento.

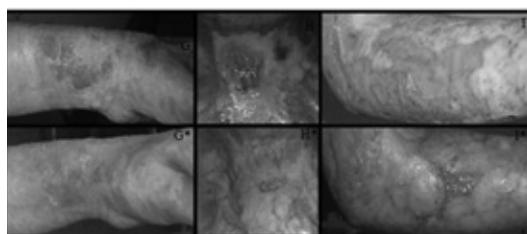


Figura 4 - Grupo Controle no primeiro e no último registro. J, K, L – primeiro dia do registro fotográfico J*, K*, L* – depois das 6 semanas de acompanhamento.

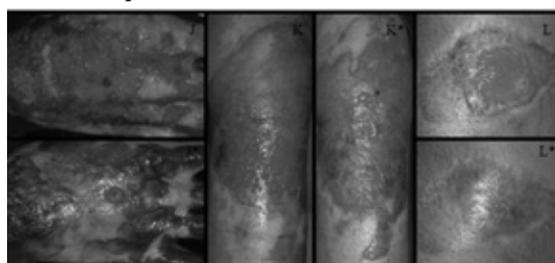


Tabela II - Médias e desvios-padrão das variáveis estudadas segundo o grupo, controle e experimental, e de acordo com aplicação da microcorrente, na primeira e na sexta semana. Salvador/BA, 2009.

Variáveis	Primeira semana do estudo		Sexta semana do estudo		P-valor (Teste de Wilcoxon)
	Média	DP	Média	DP	
Grupo Controle (n = 6)					
Área	6.436,50	6.354,49	1.603,50	1.807,42	0,0277
Velocidade	134,93	104,93	179,62	364,68	0,3454
Peso (Kg)	61,11	8,48	61,50	8,51	0,2489
Dor	6,67	1,21	3,33	2,34	0,0412
Sensibilidade	1,50	0,55	1,67	0,52	0,3173
Grupo Experimental (n = 6)					
Área	19.379,00	24.089,61	10.574,50	21.041,76	0,0277
Velocidade	318,79	157,22	283,60	284,64	0,9165
Peso (Kg)	60,21	16,64	62,27	17,64	0,0277
Dor	5,00	3,03	0,33	0,82	0,0422
Sensibilidade	1,50	0,55	1,67	0,82	0,5637

DP = desvio padrão

A comparação entre o grupo controle e o grupo experimental foi realizada através do teste Mann-Whitney, no qual se pode observar que os grupos apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$), no que se refere à velocidade na primeira semana de aplicação e à dor na sexta semana de aplicação da microcorrente (Tabela III).

Tabela III - Níveis descritivos (p-valores) obtidos pelo teste de Mann-Whitney na comparação dos grupos controle e experimental, na primeira e na sexta semana de aplicação da microcorrente. Salvador/BA, 2009.

Variáveis	Primeira semana do estudo	Sexta semana do estudo
Área	0,1495	0,7483
Velocidade	0,0374	0,7483
Peso (kg)	0,8728	0,8728
Dor	0,3700	0,0051
Sensibilidade	1,0000	0,8586

A dor nos participantes do grupo controle antes da realização da coleta dos dados apresentou média de 6,67, desvio padrão de $\pm 1,21$. No último dia a média foi 3,33, e desvio padrão de $\pm 2,34$. Já no grupo experimental, a média de dor antes da aplicação foi de 5,00, e desvio padrão $\pm 3,03$. A média neste mesmo grupo após a última aplicação foi 0,33, e desvio padrão $\pm 0,82$, demonstrando uma maior redução do nível de dor neste grupo.

Os participantes do grupo experimental, antes da aplicação da microcorrentes, apresentaram sensibilidade com média de 1,50 e desvio padrão $\pm 0,55$, ao término do estudo obtiveram uma média de 1,67 e desvio padrão $\pm 0,82$. Ao analisar a sensibilidade do grupo controle verificou-se que antes da coleta de dados, a média foi de 1,50 com desvio padrão de $\pm 0,55$ e ao final da coleta apresentaram uma média de 1,67 e desvio padrão de $\pm 0,52$.

Na primeira semana do estudo, o grupo experimental, apresentou uma média de velocidade de cicatrização da ferida

de 318,79, com desvio padrão de $\pm 157,22$ e a média do peso dos participantes no primeiro atendimento foi de 60,21 ($\pm 16,64$), já na última semana média de 62,27 ($\pm 17,64$). Na primeira semana do grupo controle a velocidade da cicatrização foi diminuída, com média de 134,93, desvio padrão $\pm 104,93$ e peso com média de 61,11 no primeiro atendimento ($\pm 8,48$), e na última semana média de 61,50 ($\pm 8,51$).

Ao final da coleta de dados, na sexta semana, o grupo experimental obteve um aumento da velocidade de cicatrização, com média de 283,60, desvio padrão $\pm 284,64$ obtidos pelo Teste Mann Whitney, p -valor $\leq 0,05$. Ao contrário do grupo controle que teve média de velocidade de cicatrização 179,62 com desvio padrão de $\pm 364,68$ e média de peso 61,50 ($\pm 8,51$); p -valor $\leq 0,05$. A partir desta análise pode-se observar que ao término do estudo, o grupo experimental obteve uma rápida cicatrização com auxílio da aplicação de microcorrente, assim como o ganho de peso desses indivíduos foi mais evidente.

Discussão

Foi possível evidenciar, após análise do estudo, que o grupo experimental obteve uma cicatrização acelerada com auxílio da aplicação de microcorrente, assim como o ganho de peso e a redução dos níveis de dor nesses indivíduos foram mais relevantes quando comparados aos resultados referentes ao grupo controle.

A diferença da área da queimadura antes e após as intervenções no grupo experimental e no grupo controle se apresentou representativa, sendo que o grupo experimental obteve uma redução maior quando comparado ao grupo controle, demonstrando que a microcorrente tem efeito significativo na aceleração da cicatrização de feridas ao aumentar a concentração de ATP, a geração da síntese de proteína, o transporte na membrana e outros efeitos a nível intracelular, como constatado anteriormente por outros autores [8-10].

Estudos anteriores ratificam o achado, dentre os quais os grupos que receberam aplicação da microcorrente apresentaram taxas de regeneração mais rápidas quando comparados aos grupos nos quais não foram aplicadas as correntes, apresentando também um tecido cicatricial mais forte pela biossíntese de colágeno dérmico e epidérmico [11] e menos problemas de infecção nas feridas [12,13]. Assim como foram observadas diminuição da área nos indivíduos com úlcera varicosa não infecciosa submetidos a 10 aplicações de microcorrente (intensidade 500 μ A), 2 vezes por semana, caracterizando melhora no processo de cicatrização [14].

Um estudo avaliou a cicatrização de feridas após o enxerto em 30 pacientes com queimaduras térmicas de espessura total. O grupo controle recebeu curativo pós-operatório utilizando tecido de nylon prata umedecido. O grupo experimental recebeu o mesmo protocolo de tratamento com adição da aplicação da microcorrente, obtendo uma redução significa-

tiva do tempo de cicatrização da ferida comparado ao grupo controle [15].

A escolha da frequência (0,5 Hz) da microcorrente utilizada neste estudo foi embasada em pesquisa, na qual se observou uma regeneração homogênea epitelial, cura da cicatriz mais evidente, espessamento da epiderme e uma maior quantidade de fibroblastos, além de apresentar um colágeno mais compacto [16]. Confirmada pela indicação de frequências reduzidas em tecidos mais superficiais devido a menor impedância tecidual encontrada nesses tecidos [4].

A utilização da corrente alternada corrobora com a literatura, que indica o uso de correntes contínuas que alternam entre o positivo e o negativo automaticamente, como sendo extremamente eficazes para o reparo tecidual [4]. A efetividade máxima em aparelhos de microcorrente deveria incluir uma estimulação monofásica com cátodo e ânodo, com trens de pulso e ondas que trocam de polaridades de dois a quatro segundos para permitir que ambas possam ser aproveitadas e as células selecionem a polaridade mais adequada [17].

O ganho de peso dos participantes do grupo experimental foi evidenciado no estudo, tendo grande importância tanto na ordem prática quanto teórica, representando a resposta do organismo ao mecanismo de lesão e recuperação dos tecidos ao trauma. Pesquisas anteriores não relatam monitoração ou provável relevância desta variável nos estudos pesquisados.

A redução dos níveis de dor avaliada através da Escala Visual Analógica (EVA) foi sensivelmente maior no grupo em que foi aplicada a microcorrente, corroborando com um estudo que avaliou a dor no pós-operatório de artroplastia total de joelho (ATJ), com e sem a aplicação de microcorrente, concluindo que houve uma melhor cicatrização da ferida e um menor valor na (EVA) nos pacientes de grupos que receberam o tratamento com microcorrentes [10].

Um estudo aborda melhora significativa da ADM e das queixas subjetivas devido aos efeitos tardios da radioterapia no câncer de cabeça e pescoço em 26 pacientes com desconforto tecidual ou limitações causadas por fibrose. Os participantes foram submetidos à microcorrente por 1 semana, comprovando os efeitos benéficos deste tipo de corrente inclusive em complicações mais crônicas envolvidas no processo de cicatrização, não apresentando efeitos apenas em complicações agudas [18].

Conclusão

A microcorrente pode reduzir o período de internação mediante a aceleração da cicatrização e promover uma consequente melhora do processo curativo. Não visando apenas à remissão dos sintomas, mas uma melhora do aspecto cicatricial no tecido lesado. Além do efeito analgésico, que proporciona uma execução mais ativa e cooperativa da cinesioterapia, uma vez que a fisioterapia é essencial para uma reabilitação funcional e estética, minimizando ou prevenindo deformidades e limitações, dentre outras complicações. Estudos adicionais

são necessários com objetivo de confirmar os resultados encontrados e elucidar outros efeitos da microcorrente em humanos, com uma amostra mais abrangente de participantes.

Agradecimentos

Agradecemos aos pacientes e aos fisioterapeutas que contribuíram para a realização deste trabalho.

Referências

1. Vale ECS. Primeiro atendimento em queimaduras: a abordagem do dermatologista. *An Bras Dermatol* 2005;80(1):9-19.
2. Bravo BSF, Vale ECS, Serra MC. Assuntos de interesse em dermatologia. In: Azulay RD, Azulay DR. *Dermatologia*. 4a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006. p.819-27.
3. Staly MJ, Richard RL. Queimaduras. In: O'Sullivan SB, Schmitz TJ. *Fisioterapia: avaliação e tratamento*. 4a ed. São Paulo: Manole; 2004. p.845-71.
4. Borges FS, Santos VNS. Microcorrentes. In: Borges FS. *Dermato-funcional: modalidades terapêuticas nas disfunções estéticas*. São Paulo: Phorte; 2006. p.187-206.
5. Guirro ECO, Guirro RRJ. Eletroterapia. In: Guirro ECO, Guirro RRJ. *Fisioterapia dermatofuncional: fundamentos, recursos e patologias*. 3a ed. São Paulo: Manole; 2002. p. 133-5.
6. Mercola JM, Kirsch DL. The basis for microcurrent electrical therapy in conventional medical practice. *Journal of Advancement in Medicine* 1995;8(2):107-20.
7. Guirro ECO, Guirro RRJ. Queimaduras. In: Guirro ECO, Guirro RRJ. *Fisioterapia dermatofuncional: fundamentos, recursos e patologias*. 3a ed. São Paulo: Manole; 2002. p. 491-504.
8. Ullah MO. A study to detect the efficacy of micro-current electrical therapy on decubitus wound. *Journal of the Medical Sciences* 2007;7(8):1320-24.
9. Cheng N, Van Hoof H, Bockx E. The effects of electric currents on ATP generation, protein synthesis, and membrane transport in rat skin. *Clin Orthop Rel Res* 1982;171:264-72.
10. Assimacopoulos D. Wound healing promotion by the use of negative electric current. *Am Surg* 1968;34:423-31.
11. Alvarez OM, Mertz PM, Smerbeck RV, Eaglstein WH. The healing of superficial skin wounds is stimulated by external electrical current. *J Invest Dermatol* 1983;81: 144-8.
12. Carley PJ, Wainapel SF. Electrotherapy for acceleration of wound healing: low intensity direct current. *Arch Phys Med Rehabil* 1985;66:443-6.
13. El-Husseini T, El-Kawy S, Shalaby H, El-Sebay M. Microcurrent skin patches for postoperative pain control in total knee arthroplasty: a pilot study. *Int Orthop* 2007;31:229-33.
14. Macedo AC, Simões ND. Aplicação de estimulação elétrica de baixa intensidade no tratamento de úlceras varicosas. *Fisioter Mov* 2007;20(3):25-33.
15. Huckfeldt R, Flick AB, Mikkelsen D, Lowe C, Finley PJ. Wound closure after split-thickness skin grafting is accelerated with the use of continuous direct anodal microcurrent applied to silver nylon wound contact dressings. *J Burn Care Res* 2007;28:703-7.
16. Santos VNS, Ferreira LM, Horibe EK, Duarte IV. Electric microcurrent in the restoration of the skin undergone a trichloroacetic acid peeling in rats. *Acta Cir Bras* 2004;19(5):466-70.
17. Wing T. Modern low voltage microcurrent stimulation: A comprehensive overview. *Chiropractic Economics* 1989;37:265-71.
18. Lennox AJ, Shafer JP, Hatcher M, Beil J, Funder ASJ. Pilot study of impedance-controlled microcurrent therapy for managing radiation-induced fibrosis in head-and-neck cancer patients. *Int J Radiation Oncol Biol Phys* 2002;54(1):23-34.