



## Agentes físicos na integração de enxertos de pele

### *Physical agents in skin graft integration*

Luciane Machado ALVES<sup>1</sup>  
Juliana Barbosa CORRÊA<sup>2</sup>  
Richard Eloin LIEBANO<sup>3</sup>

#### RESUMO

A enxertia cutânea é uma das técnicas mais comuns usadas na cirurgia plástica reparadora. Esta técnica é usada para cobertura de defeitos da pele resultantes de uma ampla variedade de causas. Diversos métodos para melhorar a viabilidade desses transplantes podem ser utilizados. Os agentes físicos podem ser importantes recursos no processo de integração do enxerto de pele; o objetivo deste estudo foi revisar estes agentes. A revisão da literatura foi realizada por meio das bases de dados Pubmed, Lilacs e SciELO, no período de 1970 a 2009. Os agentes físicos ainda são pouco utilizados, mas importantes na integração, função e estética dos enxertos de pele. Entre os artigos pesquisados, todos obtiveram resultados satisfatórios com a utilização dos diferentes agentes físicos na viabilidade do enxerto de pele.

**Termos de indexação:** Modalidades de fisioterapia. Estimulação elétrica. Terapia a laser de baixa intensidade. Terapia por ultrassom. Transplante de pele.

#### ABSTRACT

*Skin graft is one of the most common techniques used in reconstructive surgery. This technique is used for covering defects on the skin resulting from an ample*

<sup>1</sup> Colégio Brasileiro de Estudos Sistemáticos. R. Guarau, 54, 04052-000, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: L.M. ALVES. E-mail: <lucianemalves@ig.com.br>.

<sup>2</sup> Fisioterapeuta. São Paulo, SP, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Cidade de São Paulo, Cursos e Mestrado em Fisioterapia. São Paulo, SP, Brasil.

*variety of causes. Many methods to improve the viability of these transplants can be used. Physical agents can be important resources in the process of skin graft integration. The objective of this study was to review these physical agents. The literature was sought in the databases Pubmed, Lilacs and Scielo, using articles published between 1970 and 2009. The use of physical agents is still uncommon, but they are important in the integration, function and appearance of skin grafts. All reviewed articles reported satisfactory results in the use of different physical agents to improve the viability of skin grafts.*

**Indexing terms:** *Physical therapy modalities. Electric stimulation. Laser therapy, low-level. Ultrasonic therapy. Skin transplantation.*

## INTRODUÇÃO

A enxertia de pele é um dos procedimentos operatórios básicos mais importantes na cirurgia plástica<sup>1,2</sup>. Esta técnica é utilizada para cobertura de defeitos de pele resultantes de uma ampla variedade de causas. Entre as indicações deste procedimento estão queimaduras, abrasões ou traumatismos, necrose da pele após um trauma ou cirurgia, deformidades congênitas que se submetem a correções cirúrgicas, entre outras<sup>3</sup>.

Os enxertos de pele são muito importantes e adequados para a cobertura cutânea de alguns tipos de perdas de pele adquiridas ou traumáticas<sup>3</sup>. Lesões em regiões de fechamento primário difícil, em que não há tecido suficiente para a cobertura da ferida, especialmente nos membros, necessitam da utilização de enxertos<sup>4</sup>. Quando o enxerto não se vasculariza, ocorre necrose, podendo haver perda parcial ou total do enxerto. A necrose parcial epidérmica (epidermólise) no pós-operatório dos enxertos de pele total corresponde a 25% dos casos<sup>1,3</sup>, sendo a maior complicação em transplantes teciduais<sup>5</sup>. Quando a camada basal ou germinativa e a camada de células fusiformes são afetadas, o enxerto está completamente perdido, havendo necessidade de um novo procedimento operatório<sup>3</sup>.

As causas mais frequentes da perda de enxerto são a presença de hematoma, responsável por separar mecanicamente o enxerto do seu leito, e os movimentos de cisalhamento, que impedem a adesão do enxerto, ambos impedindo a vascularização<sup>6</sup>.

Os resultados dos procedimentos de enxertia de pele nem sempre são completamente satisfató-

rios, sendo que, até o momento, não há nenhum meio bem estabelecido para estimular a integração e maximizar os resultados funcionais e estéticos dos enxertos<sup>2,3</sup>. Estudos indicam que agentes físicos podem ser recursos eficientes no processo de integração do enxerto de pele.

Pesquisas demonstram que a aplicação de campos elétricos exógenos pode alterar a resposta ao dano tecidual, potencializando o reparo de fraturas e a regeneração nervosa, por exemplo. O uso do ânodo da corrente direta diminuiu necrose em enxertos, tornando a derme mais densa e com múltiplas camadas de epiderme preservadas<sup>5</sup>. O uso do ultrassom terapêutico mostrou aumento da proliferação celular da camada germinativa da epiderme e da neoangiogênese, com aceleração e melhoria na integração do enxerto de pele total em coelhos<sup>7</sup>. A irradiação a *laser* promove cicatrização de feridas pelo aumento da produção de colágeno, leucócitos e aumento da angiogênese<sup>8</sup>. Além disso, previne hematomas e influencia na integração em enxertos de pele em humanos<sup>9,10</sup>.

Os recursos físicos apresentam diversas vantagens, tais como ações locais (sem a ocorrência de efeitos adversos sistêmicos indesejados), baixo custo e facilidade de aplicação. Além disso, podem retardar ou impedir a realização de uma nova enxertia, evitando seu alto custo e minimizando a possibilidade de complicações cirúrgicas.

Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi revisar os agentes físicos utilizados para integração dos enxertos de pele.

Foi realizada revisão da literatura nas bases de dados *Pubmed*, *SciELO* e *Lilacs* no período de

1970 a 2009. Em todos os casos, foram utilizados os termos: *skin transplantation; skin grafts; electric stimulation; physical therapy modalities; lasers; laser therapy, low level; ultrasonic therapy e ultrasonics*, de forma combinada. Nas bases de dados Lilacs e SciELO também foram utilizados os termos em português: enxerto de pele; estimulação elétrica; modalidades de fisioterapia; terapia a *laser* de baixa intensidade; terapia por ultrassom.

Esta revisão aceitou artigos envolvendo todos os tipos de modelos experimentais, ou seja, estudos *in vitro* e *in vivo*.

### Terapia a *laser*

A terapia a *laser* de baixa intensidade estimula a proliferação de vasos sanguíneos e aumenta o fluxo sanguíneo ao redor dos pontos irradiados, podendo contribuir para a integração do enxerto<sup>1,11</sup>. Além disso, o *laser* promove a diminuição de hematomas, principal causa de perda de enxerto<sup>1,11</sup>.

Bechara *et al.*<sup>4</sup> realizaram um estudo com 28 sujeitos com câncer diagnosticado na sola do pé para realização de enxerto de pele. Foi usado o *laser* de érbio: YAG (Er: YAG) com energia de pulso de 10J. O uso do *laser* combinado com técnica dérmica para o enxerto facilitou o fechamento de lesões em localizações anatômicas delicadas.

Chan *et al.*<sup>12</sup> implantaram matriz acelular no subcutâneo de 40 ratos *Wistar*. Foram colhidas amostras no primeiro, terceiro, sétimo e 14º dia pós-operatório (PO). Os animais foram submetidos a irradiação com *laser* de baixa potência com comprimento de onda de 685nm e densidade de energia de 4J/cm<sup>2</sup>. Nos animais tratados com terapia a *laser*, houve diminuição do edema e das células inflamatórias. O colágeno aumentou significativamente no 14º dia PO. Os fibroblastos aumentaram seu influxo no terceiro dia PO. A aplicação do *laser* de baixa potência demonstrou potencial para aderência do enxerto, além de ser um recurso atérmico e não afetar a viabilidade celular da pele.

O mecanismo de ação do *laser* de diodo foi estudado por Kiyozumi<sup>2</sup>, por meio de estudo *in vitro* e alguns casos clínicos representativos. Células endoteliais humanas foram preparadas de veias umbilicais e irradiadas com o *laser* de diodo infravermelho com comprimento de onda de 830+/-10nm, no modo contínuo, potência de 60mW por 50 segundos (energia total por ponto de 3J), 100 segundos (6J), 200 segundos (12J) e 300 segundos (18J). Nos casos clínicos o *laser* foi aplicado nos enxertos de pele com uma densidade de energia variando de 0,5-2,0J/cm<sup>2</sup>. O *laser* de diodo ativou a secreção de PGI<sub>2</sub>, o que pode ter levado a uma vasodilatação e, consequentemente, melhorado a absorção de hematomas. Além disso, o *laser* de baixa intensidade degradou a rede de fibrina com sua energia física. Nos casos clínicos, o *laser* promoveu a absorção de hematomas e obteve resultados satisfatórios.

Fujino *et al.*<sup>11</sup> investigaram os efeitos do *laser* de diodo de baixa intensidade na melhora da integração em enxertos de pele por meio de dez casos clínicos. Foi utilizado o *laser* de diodo com potência de 60mW, comprimento de onda de 830nm, área de seção transversal do feixe de 0,03cm<sup>2</sup>, no modo contínuo. A frequência de aplicações e o tempo total de irradiação variaram entre os casos clínicos. A densidade de energia variou de 0,5-2,0J/cm<sup>2</sup>. Houve melhora da integração e da coloração dos enxertos de pele irradiados com o *laser* de diodo.

Os efeitos da radiação *laser* Arseneto de Gálio (AsGa), em enxertos autólogos de pele, em malha, com espessura completa, foram estudados por Paim *et al.*<sup>13</sup> na reparação de feridas carpometacarpianas de cães. Foram utilizados vinte cães, distribuídos aleatoriamente em dois grupos de dez animais cada. A irradiação do *laser* iniciou-se no pós-operatório imediato, com comprimento de onda de 904nm, potência de 45mW e densidade de potência média 120mW/cm<sup>2</sup>. A irradiação *laser* foi efetuada sempre no membro anterior esquerdo de cada animal, ficando o contralateral como controle. A dosimetria utilizada foi de 4J/cm<sup>2</sup> pontual e 1J/cm<sup>2</sup> em varredura. Nos animais do Grupo I, o enxerto foi submetido à terapia *laser* durante dez dias após ser transplantado.

Já nos animais do Grupo II, o leito receptor foi submetido à terapia *laser* durante seis dias, imediatamente após a realização da ferida e por mais dez dias subsequentes ao transplante. Os resultados indicaram diferença significativa em favor dos enxertos tratados com *laser* AsGa quando comparados aos enxertos controles, considerando as variáveis exsudação, coloração e edema. O enxerto de pele em malha, quando irradiado com *laser* de baixa potência, integra-se com maior facilidade e rapidez.

No estudo de Kiyozumi<sup>2</sup>, foram observados os efeitos fotobiológicos do *laser* de diodo de baixa intensidade. Esses efeitos seriam explicados pela otimização da circulação, que promoveria a absorção de hematomas e aumento da área de viabilidade do enxerto. Além disso, o aumento da síntese de ATP estimula a proliferação de fibroblastos e a síntese de colágeno, e este efeito poderia auxiliar na integração do enxerto cutâneo. Apesar de a terapia a *laser* mostrar-se bastante promissora em relação à aderência do enxerto, a escassez de estudos com uso desta terapia nos enxertos e as discrepâncias entre os parâmetros contribuem para dúvidas em relação ao seu uso dentro deste contexto. Apesar de ser um método comumente utilizado na cicatrização de feridas, deve-se observar que a evolução da cicatrização total das feridas e a integração do enxerto são entidades distintas.

### Corrente direta

Estudos prévios têm mostrado que a aplicação de um campo elétrico exógeno pode servir para alterar o curso da resposta do tecido à lesão. A aplicação de um campo elétrico nos tecidos tem diversos efeitos bioquímicos; entre eles estão o aumento da polimerização da actina e aumento da síntese de ácido desoxirribonucleico (DNA)<sup>5</sup>. O uso do ânodo da microcorrente direta diminui o tempo de fechamento da ferida após a técnica de enxertia<sup>14</sup>.

O estudo de Chu *et al.*<sup>15</sup> avaliou o efeito da corrente direta de baixa amperagem aplicada sobre o curativo de náilon de prata na epitelização e no restabelecimento da microcirculação em um enxerto

autólogo composto, em malha, de espessura parcial fina de aloderme. A derme residual e o pânículo muscular da ferida foram retirados. A corrente direta foi aplicada com uma intensidade constante de 40 $\mu$ A por cinco dias contínuos. A contração das feridas foi investigada. Nenhum agente imunossupressivo foi aplicado. O grupo do curativo de náilon de prata exibiu menos contração, quando comparado ao grupo da gaze de vaselina, e o tratamento com corrente direta foi mais efetivo do que apenas o curativo com náilon de prata. Embora a corrente direta tenha aumentado significativamente a cicatrização do enxerto de pele composto em malha, o curativo com náilon de prata com ou sem a corrente direta não demonstrou uma ação imunossupressiva significativa.

Chu *et al.*<sup>16</sup> observaram os efeitos dos curativos de náilon de prata e da corrente elétrica direta na cicatrização de enxertos de pele em malha compostos de autoepiderme/aloderme em ratos sensibilizados (receptores previamente expostos a enxertos alogênicos de ratos doadores da mesma linhagem) e, conseqüentemente, observaram o efeito da imunidade destes animais. Os animais foram randomizados em grupos em que as feridas foram tratadas com gaze vaselina, curativo de náilon de prata ou náilon de prata com corrente direta. A corrente direta foi aplicada continuamente por cinco dias, com intensidade de 40 $\mu$ A, usando-se curativos de náilon de prata como ânodos. Enxertos tratados com curativo de náilon de prata e corrente direta com náilon de prata mostraram completa reepitelização dentro de três semanas. Feridas cobertas com gaze vaselina desenvolveram áreas abertas de granulação e não foram completamente epitelizadas durante os três meses. Tanto os curativos de náilon de prata quanto a corrente direta associada aos curativos reduziram a contração da ferida, quando comparados à gaze vaselina. Enxerto de pele composto em malha mostrou ser de baixa aloantigenicidade e não induziu rejeição secundária do aloenxerto de pele subsequente. O curativo de náilon de prata aumentou a viabilidade dos enxertos de pele compostos em malha.

No estudo de Chu *et al.*<sup>17</sup>, os efeitos da corrente direta em enxertos e lesões doadoras tratadas foram investigados. Foram utilizadas 220 cobaias. Feridas por queimadura por escaldamento de espessura parcial foram feitas no dorso dos animais, medindo 5,5x10,5cm. Após a lesão por queimadura, os animais foram distribuídos em dois grupos: (I) tratamento (n=180) e (II) controle (n=40), e foi realizado um curativo de náilon de prata em todos os animais. Os animais receberam uma corrente com intensidade de 40 $\mu$ A por dois dias, e nos três dias seguintes uma intensidade de 20 $\mu$ A. Os resultados mostraram uma reepitelização mais rápida, contração diminuída, melhor preservação do pelo e fibrose dérmica diminuída.

Politis *et al.*<sup>5</sup> realizaram um experimento com ratos para determinar se o uso da corrente direta exógena pode aumentar a viabilidade de enxertos de pele de espessura total. Os enxertos apresentavam formato quadrangular de 2x2cm e continham, além de pele, o panículo carnoso; após serem retirados da região posterior das escápulas, eram novamente posicionados em sua área de origem. O equipamento emitia uma corrente direta com intensidade de 4,5 $\mu$ A. Foram realizados três posicionamentos diferentes de eletrodos. No grupo I, o ânodo era posicionado sobre o enxerto e o cátodo implantado sob o panículo carnoso. No grupo II, o cátodo era posicionado sobre o enxerto e o ânodo sob o panículo carnoso. O grupo III foi utilizado como controle, não havendo emissão de corrente. A eletroestimulação dos grupos I e II foi realizada sem interrupção até o quarto dia após a operação. A avaliação quantitativa realizada no sétimo dia pós-operatório revelou a presença de 80 a 90% de necrose de enxerto de pele nos grupos controle (III) e cátodo sobre o enxerto (II). Já no grupo I, no qual o ânodo foi posicionado sobre o enxerto, a porcentagem de necrose foi de 50%, apresentando diferença significativa. A análise histológica mostrou também uma derme mais espessa neste mesmo grupo (I). Estes resultados demonstraram que a corrente direta foi capaz de influenciar a viabilidade e reparo dos enxertos de pele.

Szczurek<sup>18</sup> e Kubicki<sup>19</sup> estudaram a morfologia dos enxertos autólogos de pele de espessura total submetidos à ação da corrente direta de baixa voltagem em ratos. Foram utilizadas 90 ratas fêmeas, distribuídas em cinco grupos. Os primeiros dois grupos serviram como controle. Nos animais do grupo III, os eletrodos foram colocados sob a pele, um positivo (cranial) e outro negativo (caudal). No grupo IV, os eletrodos foram colocados no próprio transplante e os eletrodos foram posicionados da mesma maneira que no grupo III. Nos animais do grupo V os eletrodos foram colocados fora do enxerto, mas o eletrodo positivo foi colocado na direção caudal e o negativo na direção cranial. Os melhores resultados foram encontrados no grupo III, no qual 16 transplantes (de um total de 20) integraram. Os autores concluíram que a corrente direta de baixa voltagem exerce efeitos favoráveis na integração do enxerto autólogo de pele de espessura total em ratos.

No estudo de Kubicki<sup>19</sup> foi avaliado o efeito da corrente direta na integração do enxerto de pele de espessura total em ratas. Os eletrodos conectados com bateria elétrica de 1-2V, com intensidade de 50mA, foram inseridos sob a pele fora do transplante. A irritação com corrente direta, de baixa voltagem e unidirecional, exerceu influências favoráveis na integração do enxerto de pele de espessura total no rato. Os eletrodos devem ser inseridos fora do enxerto em ordem para ter contato com o leito. Pele separada do leito mostrou mudanças elétricas negativas.

Um material maior é necessário para estabelecer a dose de irritação ótima e o tempo desta aplicação. Em todos os trabalhos encontrados na literatura que utilizaram a corrente direta nos enxertos cutâneos, observou-se aumento da viabilidade e reparo dos mesmos<sup>6-11</sup>. Além do aumento da integração dos enxertos de pele, Chu *et al.*<sup>17</sup> também observaram diminuição da contração da ferida com a utilização deste tipo de corrente. Porém, todos os estudos relacionados ao uso de correntes para viabilidade do enxerto foram realizados em modelos experimentais, restringindo seu uso e necessitando de novos estudos para posterior utilização na prática clínica.

## Ultrassom terapêutico

A irradiação ultrassônica terapêutica reduz o edema, aumenta o fluxo sanguíneo local, relaxa os músculos, alivia a dor, acelera o reparo tecidual e modifica a formação de cicatrizes<sup>20-23</sup>. Em relação à pele, o ultrassom terapêutico propicia a regeneração<sup>21,23</sup> e tem registros quanto à capacidade de acelerar e melhorar a integração e a qualidade dos enxertos de pele<sup>2,3,24</sup> com ausência de deslocamento do enxerto, assim como diminuição do sangramento e formação de hematoma<sup>24</sup>.

Gonçalves *et al.*<sup>3</sup> e Amâncio *et al.*<sup>7</sup> realizaram um estudo histológico experimental da influência do ultrassom terapêutico na integração de enxertos de pele de espessura total em vinte coelhas adultas. Duas áreas quadradas de 4cm<sup>2</sup> (2x2cm) foram desenhadas, uma em cada lado da região medial das escápulas, e removidas como um enxerto de pele. No terceiro dia pós-operatório o curativo era removido e os animais eram submetidos a sete aplicações diárias de ultrassom, no modo pulsado (1:2 ou 50%), com frequência de 3MHz e intensidade temporal média de 0,5W/cm<sup>2</sup>, por cinco minutos, com cabeçote em movimento. O procedimento foi realizado da mesma maneira na área enxertada à direita (Grupo I) e à esquerda (Grupo II), mas com o aparelho desligado. Não foi observada nenhuma diferença macroscópica evidente entre os dois grupos. Houve um aumento significativo no número de células em proliferação e no número de vasos neoformados na camada reticular da derme no Grupo I em comparação ao Grupo II. Os autores concluíram que o ultrassom terapêutico estimulou alterações morfológicas em nível celular.

Na literatura foram encontrados somente dois estudos com o uso do ultrassom nos enxertos, porém apresentando resultados promissores e indicações de estudos futuros para a integração de enxertos de pele. Além disso, deve-se ressaltar que a terapia por ultrassom é bastante viável e de baixo custo.

## Pressão negativa

A terapia por pressão negativa tem sido utilizada em diversas condições por promover a cica-

trização de feridas<sup>25</sup>, sendo constantemente utilizada para o fechamento de feridas de cicatrização difícil e podendo ser utilizada como adjunto para a preparação do local da enxertia<sup>26</sup>. Esta também tem sido usada para proteger o enxerto de pele pelo aumento da microcirculação e promover uma firme adesão entre o enxerto e o leito receptor. A força mecânica da pressão negativa em feridas é conhecida por aumentar o fluxo sanguíneo local, reduzir o edema intersticial, reduzir a contagem bacteriana, ajudar a retrair as bordas da ferida e, possivelmente, afetar a atividade celular e a angiogênese da ferida<sup>25-30</sup>. Estes fatores juntos resultam na granulação e epitelização eficazes, com sucesso na aceleração da cicatrização de feridas crônicas abertas vistas frequentemente na cirurgia plástica e reparadora, torácica, ortopédica, urológica e casos cirúrgicos gerais<sup>27,31</sup>.

Landau *et al.*<sup>32</sup> realizaram estudo com 24 pacientes, incluindo nove excisões por queimadura, 14 ferimentos de acidentes de trânsito e uma excisão de um nevo congênito. A pressão negativa foi aplicada por um período de sete dias. Caso houvesse tecido de granulação suficiente, as feridas eram cobertas com um enxerto de pele. Se a ferida não tinha granulação suficiente, a pressão negativa era refeita e nova avaliação era realizada em sete dias. O enxerto foi colhido da região inguinal e da área abdominal, exatamente ao tamanho da lesão. A pressão negativa foi aplicada usando uma grade de quadrados de 1x1cm. As feridas foram medidas e a quantidade de perda do enxerto foi calculada como uma porcentagem do tamanho da ferida. A pele da região inguinal foi colhida em todos os casos. A pressão negativa foi aplicada em média por oito dias. Somente um paciente teve perda significativa do enxerto (30% da área total). Os resultados deste estudo confirmam que o uso de pressão negativa age favoravelmente na viabilidade do enxerto.

A utilização da terapia por pressão negativa fornece um contato perfeito entre o enxerto e o leito receptor com uma pressão equivalente à pressão negativa, e pode ser aplicada mesmo em áreas anatômicas de curvas complexas<sup>33</sup>. Além disso, pode



remover o sangue e o exsudato, minimizando o risco de hematoma e de infecção<sup>34</sup>. Aumento da microcirculação e aumento da concentração de oxigênio no tecido também fornecem um ambiente desejável para a viabilidade do enxerto<sup>35</sup>.

## CONCLUSÃO

A literatura é escassa em trabalhos que utilizam recursos físicos para um melhor resultado funcional e estético nos enxertos de pele. Além disso, não há consenso entre os parâmetros utilizados, tornando difícil a comparação entre as mesmas intervenções terapêuticas. A grande maioria dos estudos foi realizada em modelos experimentais, necessitando de estudos em seres humanos para a viabilidade na prática clínica. Entretanto, os recursos físicos mostram-se promissores para uso da preparação do leito de enxertia e a integração do mesmo, diminuindo o risco de nova intervenção cirúrgica e os gastos hospitalares.

## COLABORADORES

L.M. ALVES, J.B. CORRÊA e R.E. LIEBANO participaram de todas as etapas da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

1. Young T, Fowler A. Tratamento de feridas: gerenciamento de enfermagem nos locais doadores e receptores de enxertos de pele/Wound healing: nursing procedures. *Nursing (São Paulo)*. 1998; 1(3): 18-25.
2. Kiyozumi T. Low level diode laser treatment for hematomas under grafted skin and its photobiological mechanisms. *Keio J Med*. 1988; 37(4):415-28.
3. Gonçalves AC, Barbieri CH, Mazzer N, Garcia SB, Thomazini JA. Can therapeutic ultrasound influence the integration of skin grafts? *Ultrasound Med Biol*. 2007; 33(9):1406-12.
4. Bechara FG, Sand M, Radenhausen M, Sand D, Moussa G, Gambichler T, et al. Erbium: YAG Laser-Assisted preparation of a combined derma/full thickness sandwich skin graft. *Dermatol Surg*. 2006; 32(3):353-8.
5. Politis MJ, Zanakis MF, Miller JE. Enhanced survival of full-thickness skin grafts following the application of DC electrical fields. *Plast Reconstr Surg*. 1989; 84(2): 267-72.
6. McGregor IA, McGregor AD. Skin graft. *In: Fundamental techniques of plastic surgery: and their surgical applications*. London: Churchill Livingstone; 1995. chapter 3. p.35-59.
7. Amâncio ACG, Barbieri CH, Mazzer N, Garcia SB, Thomazini JA. Estimulação ultra-sônica da integração de enxertos de pele total: estudo experimental em coelhos. *Acta Ortop Bras*. 2006; 14(5):276-9.
8. Soares LP, Oliveira MG, Almeida Reis SR. Effects of diode laser therapy on the acellular dermal matrix. *Cell Tissue Bank*. 2009; 10(4):327-32.
9. Kiyozumi T, Fujino T, Kubota J, Oshiro T. Clinical effect of diode laser to improve fair take of the skin graft skin. *Keio J Med*. 1986; 35(1):28-35.
10. Kiyozumi T. Low level diode laser treatment for hematomas under grafted skin and its photobiological mechanisms. *Keio J Med*. 1988; 37(4):415-28.
11. Fujino T, Kiyozumi T, Kubota J, Oshiro T. Clinical effect of diode laser to improve fair take of the grafted skin. *Keio J Med*. 1986; 35(1):28-35.
12. Chan BP, Kochevar IE, Redmond RW. Enhancement of porcine skin graft adherence using a light-activated process. *J Surg Res*. 2002; 108(1):77-84.
13. Paim CBV, Raiser AG, Cardoso E, Beck C. Enxerto autólogo de pele, em malha, com espessura completa, na reparação de feridas carpometacarpianas de cães. Resposta à irradiação laser AsGa. *Ciênc Rural*. 2002; 32(3):451-7.
14. Huckfeld 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.
15. Chu C-S, Matylevitch NP, McManus AT, Goodwin CW, Pruitt Jr BA. Accelerated healing with a mesh autograft/allodermal composite skin graft treated with silver nylon dressings with and without direct current in rats. *J Trauma*. 2000; 49(1):115-25.
16. Chu C-S, McManus AT, Matylevich NP, Mason AD, Pruitt BA. Enhanced survival of autoepidermal-allodermal composite grafts in allosensitized animals by use of silver-nylon dressings and direct current. *J Trauma*. 1995; 39(2):273-7.
17. Chu C-S, McManus AT, Mason Jr AD, Okerberg CV, Pruitt Jr BA. Multiple graft harvestings from deep

- partial-thickness scald wounds healed under the influence of weak direct current. *J Trauma*. 1990; 30(8):1044-9.
18. Szczurek Z, Kubicki B. Effect of direct low-voltage current on the morphology of full-thickness skin graft in rat. *Pol Med J*. 1972; 11(6):1555-9.
  19. Kubicki B. Effect of low-voltage direct current on the taking of free full-thickness skin graft in rats. *Pol Med J*. 1972; 11(6):1549-53.
  20. Dyson M. Role of ultrasound in wound healing. *In*: Kloth LC, Miller KH. *Wound healing*. Philadelphia: Davis; 1990. p.259-85.
  21. Young SR, Dyson M. Effect of therapeutic ultrasound on the healing of full-thickness excised skin lesions. *Ultrasonics*. 1990; 28(3):175-80.
  22. Coakley WT. Biophysical effects of ultrasound at therapeutics intensities. *Physiotherapy*. 1978; 64(6): 166-9.
  23. Haar G. Basic physics of therapeutic ultrasound. *Physiotherapy*. 1978; 64(4):100-3.
  24. Ivanov VV. Use of ultrasonics in the fixation of autologous skin transplants. *Vestn Khir Im I I Grek*. 1978; 139(8):110-1.
  25. Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI, McGuirt W. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation. *Ann Plast Surg*. 1997; 38(6):553-62.
  26. Nease C. Using low pressure, negative pressure wound therapy for wound preparation and management of split-thickness skin grafts in three patients with complex wounds. *Ostomy Wound Manag*. 2009; 55(6):32-42.
  27. Argenta LC, Morykwas MJ. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. *Ann Plast Surg*. 1997;38(6): 563-7.
  28. Jones SM, Banwell PE, Shakespeare PG. Advances in wound healing: topical negative pressure therapy. *Postgrad Med J*. 2005; 81(956):353-7.
  29. Banwell PE, Teot L. Topical negative pressure (TNP): the evolution of a novel wound therapy. *J Wound Care*. 2003; 12(1):22-8.
  30. Banwell PE. Topical negative pressure therapy in wound care. *J Wound Care*. 1999; 8(2):79-84.
  31. DeFranzo AJ, Marks MW, Argenta LC, Genecov DG. Vacuum-assisted closure for the treatment of degloving injuries. *Plast Reconstr Surg*. 1999; 104(7): 2145-8.
  32. Landau AG, Hudson DA, Adams K, Geldenhuys S, Pienaar C. Full-thickness skin grafts: maximizing graft take using negative pressure dressings to prepare the graft bed. *Ann Plast Surg*. 2008; 60(6):661-6.
  33. Nakayama Y, Iino T, Soeda S. A new method for the dressing of free skin grafts. *Plast Reconstr Surg*. 1990; 86(6):1216-9.
  34. Blackburn JH, Boemi L, Hall WW, Jeffords K, Hauck RM, Banducci DR, *et al.* Negative-pressure dressings as a bolster for skin grafts. *Ann Plast Surg*. 1998; 40(5):453-7.
  35. Isago T, Nozaki M, Kikuchi Y, Honda T, Nakasawa H. Skin graft fixation with negative-pressure dressings. *J Dermatol*. 2003; 30(9):673-8.
- Recebido em: 29/10/2008  
Versão final reapresentada em: 25/8/2009  
Aprovado em: 27/8/2009