

**D**esde o início do ano passado, a diretoria da Sociedade Brasileira de Queimaduras (SBQ) e o corpo editorial têm se esforçado para transformar a Revista Brasileira de Queimaduras em um periódico reconhecido, não só pela nossa sociedade, como também pela comunidade científica em geral. Nosso periódico foi adequado às normas requeridas para indexação nas bases de dados para pesquisa científica e, em breve, será submetido à avaliação com essa finalidade.

A inserção da nossa revista nas bases de dados tem grande importância, pois ela é a única voltada à pesquisa e à informação científica sobre queimaduras no Brasil e a única no mundo em língua portuguesa. Soma-se a essas características o conteúdo com caráter multidisciplinar, agregando as diferentes áreas do conhecimento que colaboram na compreensão e no tratamento das queimaduras.

Temos recebido várias indagações sobre a recente alteração no sistema Qualis de avaliação de periódicos mantido pela CAPES, com a preocupação de existir maior dificuldade para a indexação da revista. O Qualis, na verdade, é um sistema de classificação utilizado pela CAPES para avaliação da qualidade da produção intelectual dos cursos de pós-graduação. O processo foi concebido para atender às necessidades específicas do sistema de avaliação dos programas de pós-graduação. Não é, portanto, objetivo do Qualis avaliar a qualidade dos periódicos. Evidentemente, um periódico se torna mais atrativo quanto melhor for sua classificação no sistema Qualis, mas existem várias outras razões para se publicar uma revista científica, além de sua utilização como indicador para avaliação de cursos de pós-graduação. Esses aspectos têm gerado discussões e controvérsias na comunidade científica nacional. Alguns pesquisadores renomados consideram os novos critérios muito exigentes para as revistas nacionais, privilegiando as publicações em revistas estrangeiras. O fato é que a produção científica nacional tem crescido rapidamente, novos periódicos surgem a cada ano e há a necessidade de organizar e, ao mesmo tempo, apoiar as novas iniciativas.

Controvérsias a parte, precisamos manter o empenho e buscar sempre o melhor. De qualquer modo, um periódico precisa antes ser indexado para depois ser classificado, o que significa que, no momento, as mudanças nos critérios de avaliação da Capes não têm grande impacto sobre nossa revista. Mais importante para alcançar a indexação é demonstrar a relevância científica em conjunção com os critérios, objetivos e público-alvo das diferentes bases de dados. Dentro desse contexto, para obtermos êxito é fundamental que todos busquem em nossa revista o veículo para apresentação de suas pesquisas. Reitero meu convite a todos para participarem com seus trabalhos, casuísticas, experiências e sugestões.

**Wandir Schiozer**

Editor

# Estabelecimento de protocolo de glicerolização de membranas amnióticas para uso como curativo biológico

## *Establishment of amniotic membranes glycerolization protocol for use as biological dressing*

André Oliveira Paggiaro<sup>1</sup>, Mônica Beatriz Mathor<sup>2</sup>, Viviane Fernandes de Carvalho<sup>3</sup>, Eugenio Pólo<sup>4</sup>, Marisa Roma Herson<sup>5</sup>, Marcus Castro Ferreira<sup>6</sup>

### RESUMO

**Introdução:** Pesquisadores têm procurado explorar várias alternativas terapêuticas, biológicas ou sintéticas, capazes de assegurar condições ideais ao leito da ferida, que favoreçam o processo de cicatrização. Uma opção menos onerosa é o uso de membranas amnióticas. Os curativos constituídos de âmnion formam uma barreira protetora contra as bactérias ambientais, aceleram a reepitelização das lesões e diminuem a dor local. **Objetivo:** O objetivo deste trabalho foi estabelecer protocolo de processamento de membranas amnióticas em altas concentrações de glicerol. **Método:** Foram obtidas 3 amostras de membranas amnióticas, que preenchiam os critérios de inclusão e que as gestantes concordaram em ceder o material para pesquisa. **Resultados:** Os exames de cultura do material no momento da captação mostravam ausência de crescimento bacteriano ou de fungos. As sorologias das pacientes eram todas negativas. **Conclusão:** Nesse trabalho, buscamos estabelecer um protocolo de conservação de membranas amnióticas baseado na glicerolização, pois se trata de um método de baixo custo, relativamente simples e de fácil estocagem do material. Apresenta como desvantagem a sua alta toxicidade celular, resultando em destruição das células do tecido, porém preserva a integridade estrutural tecidual, conforme demonstrado em nossos resultados macroscópicos e microscópicos.

**DESCRIPTORES:** Queimaduras. Curativos biológicos. Projetos de pesquisa.

### ABSTRACT

**Background:** Researchers have attempted to explore various alternative therapies, biological or synthetic, capable of providing ideal conditions to the wound bed to promote the healing process. An option less costly is the use of amniotic membranes. Dressings consist of amnion forms a protective barrier against environmental bacteria, accelerate reepithelialization of lesions and reduce local pain. **Objective:** The aim of this study was to establish protocol processing of membranes in high concentrations of glycerol. **Methods:** Three samples were obtained from amniotic membranes who met the inclusion criteria and that the pregnant agreed to donate the material for research. **Results:** The examinations of material culture at the time of capture showed no bacterial or fungal growth. The serology of the patients was all negative. **Conclusion:** In this paper, we established a protocol for the conservation of membranes based on glycerol because it is a low-cost, relatively simple and easy storage of the material. Presents the disadvantage of its high cell toxicity, resulting in destruction of tissue cells, but preserves the structural integrity of tissue as shown in our results the microscopic and macroscopic.

**KEY WORDS:** Burns. Biological dressings. Research design.

1. Médico Assistente da Unidade de Queimaduras da Divisão de Cirurgia Plástica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP).
2. Doutora em Tecnologia Nuclear Básica pela Universidade de São Paulo. Pesquisadora do Instituto de Pesquisas Nucleares – IPEN.
3. Doutora em Ciências da Saúde pela Disciplina de Cirurgia Plástica da FMUSP.
4. Enfermeiro do Banco de Tecidos da Divisão de Cirurgia Plástica do Hospital das Clínicas da FMUSP.
5. Médica, Doutora em Clínica Cirúrgica pela FMUSP.
6. Médico, Professor Titular da Disciplina de Cirurgia Plástica da FMUSP.

**Correspondência:** André Oliveira Paggiaro  
Laboratório de Investigação Médica (LIM 4) – Faculdade de Medicina USP  
Av. Dr. Arnaldo, 455 – sala 1363 – São Paulo, SP – CEP: 01246-903  
E-mail: andrepaggiaro@yahoo.com.br  
Recebido em: 19/1/2010 • Aceito em: 11/3/2010

O objetivo primário do tratamento do grande queimado é eliminar o tecido desvitalizado e cobrir prontamente a ferida, buscando evitar complicações sépticas, metabólicas e funcionais que uma lesão colonizada e aberta pode acarretar<sup>1</sup>. Em áreas de queimaduras de 2º grau superficial ou profundo, procuramos ainda proporcionar condições locais ideais para a ocorrência eficiente dos fenômenos da cicatrização e de reepitelização espontânea no menor prazo de tempo. Evitando, assim, contaminações bacterianas excessivas ou depósitos exagerados de matriz extracelular, que podem resultar em sequelas funcionais e estéticas tardias<sup>2</sup>.

Na medida em que se consolidam os conceitos de microambiente da ferida e da sua interação com os materiais de curativo, os pesquisadores têm procurado explorar várias alternativas terapêuticas biológicas ou sintéticas, capazes de assegurar condições ideais ao leito da ferida, que favoreçam aos processos de cicatrização e reepitelização. No entanto, apesar da grande variedade de materiais disponíveis no mercado, a maior parte deles não está disponível em nosso país, exigindo sua importação com elevado custo para o sistema de saúde pública<sup>3</sup>.

Uma opção menos onerosa é o uso de membranas amnióticas. Os curativos constituídos de âmion formam uma barreira protetora contra as bactérias ambientais, aceleram a reepitelização das lesões e diminuem a dor local por proteger as terminações nervosas e reduzir a inflamação local<sup>3-6</sup>. O uso de membranas amnióticas frescas ou processadas para curativo biológico tem sido consagrado na literatura internacional pelos inúmeros trabalhos publicados nas últimas décadas.

Rejzek et al.<sup>7</sup> utilizaram a membrana em 50 pacientes, em sua maioria com queimaduras de segundo grau, sendo que os curativos eram removidos em quinze dias, não necessitando de outros cuidados; neste estudo, os autores relataram menor formação de cicatrizes em relação ao tratamento com curativos convencionais. Ravishanker et al.<sup>8</sup> observaram restauração em feridas superficiais em todos os 61 casos estudados, ocorridos entre 7 a 10 dias.

O desenvolvimento de técnicas para o processamento de membranas amnióticas em território nacional poderia consolidar mais uma opção de tratamento ao paciente queimado. Entre os possíveis métodos de preservação de material biológico, o uso do glicerol em altas concentrações (> 85%) pode ser considerado como bastante atrativo aos bancos de tecido, pois apresenta custo reduzido, torna os materiais biológicos menos antigênicos ao tornar as células não viáveis, apresenta efeito antibacteriano e antiviral e permite a conservação dos tecidos por até 5 anos a -4°C.

O objetivo deste trabalho foi estabelecer protocolo de processamento de membranas amnióticas em altas concentrações de glicerol (>85%) no Banco de Tecidos do Instituto Central do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (BT-ICHCFMUSP), com o uso de esterilização terminal

(irradiação) quando necessário, assegurando sua qualidade para uso clínico.

## MÉTODO

O projeto teve aprovação pela Comissão de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo.

### Origem das membranas

As membranas foram provenientes de doações voluntárias de três gestantes jovens (20-35 anos) com gestações sem intercorrências, pós partos cesárea com produtos normais, sem antecedentes médico-sociais que preluam esta doação e confirmadas como sorologicamente negativas, após duas baterias de exames, para contato com HIV, hepatite B e C, HTLV e doença de Chagas.

### Método de preparo das membranas

Após coleta estéril e separação do córion, as membranas amnióticas foram transportadas ao Banco de Tecido (BT-ICHCFMUSP). A partir deste momento, todo o manuseio ocorreu dentro da proteção do fluxo laminar. Após sua higiene e coleta de amostras para provas microbiológicas, foram colocadas em solução salina com antibióticos (penicilina cristalina - 1.000.000 U/L e sulfato de estreptomicina - 1g/L) entre 6 a 12 horas a 4°C. Em seguida, após a remoção de resíduos remanescentes, as membranas foram expostas a uma solução de glicerol >85% com antibióticos e sob movimentação a 37°C durante duas horas. Transcorrido este intervalo de tempo, as membranas foram colocadas em solução fresca de glicerol >85%, abertas, apostas a papel de filtro e recortadas no formato desejado. Após amostragem do material para análise microbiológica (bactérias aeróbicas / anaeróbicas Gram +, Gram - e fungos), as membranas foram embaladas em material validado para esta finalidade e conservadas em 4°C. Metade de cada uma destas membranas foi enviada ao IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares) e submetida à esterilização terminal por irradiação à 25 kGy por 2 diferentes metodologias: aceleração de elétrons e radiação gama do cobalto 60. Depois disto, as membranas foram re-hidratadas em soro fisiológico por 30 minutos, para observar se retomavam suas características biomecânicas iniciais.

### Análise macroscópica e histológica das membranas

As membranas amnióticas foram divididas em 3 grupos:

- gliceroladas e não irradiadas;
- gliceroladas e irradiadas à 25 kGy em acelerador de elétrons;
- gliceroladas e irradiadas à 25 kGy em cobalto 60.

Amostras de membranas dos 3 grupos foram re-hidratadas e avaliadas macroscopicamente quanto a suas características físicas após os diferentes tipos de processamento a que foram submetidas.

Foram também enviadas amostras para inclusão em parafina, cortes e coloração com hematoxilina-eosina (HE) para análise em microscopia óptica.

## RESULTADOS

### Obtenção das membranas

Foram obtidas 3 amostras de membranas amnióticas, que preenchiam os critérios de inclusão e que a gestantes concordaram em ceder o material para pesquisa. Os exames de cultura do material no momento da captação demonstravam ausência de crescimento bacteriano ou de fungos. As sorologias das pacientes eram todas negativas.

### Processamento das membranas amnióticas (glicerolização)

As três membranas amnióticas foram submetidas com sucesso ao processo de glicerolização, sendo estocadas a 4°C até que todos os resultados de cultura e sorologia se confirmassem negativos. Depois disto, foram divididas em 3 grupos, sendo que 2 deles foram enviados ao IPEN para irradiação em acelerador e o outro em cobalto 60.

### Análise macroscópica e histológica das membranas

Em todos os três grupos, quando ainda conservadas em glicerol, as membranas amnióticas possuíam aspecto inelástico e brilhante (Figura 1). Uma vez removido o glicerol pela exposição em solução salina por 30 minutos, ocorreu o retorno da opacidade e da maior elasticidade do tecido (Figura 2) nos três grupos.

Apesar do retorno da opacidade e da elasticidade nos três grupos, isto não ocorreu igualmente entre eles. Verificamos que as membranas não irradiadas preservam muito mais as características mecânicas do tecido, sendo mais resistentes à tração, mais fáceis de

serem manipuladas e esticadas e com coloração mais semelhante ao tecido fresco. Enquanto isso, as amostras irradiadas tanto por acelerador como cobalto 60 geram membranas com alterações significativas de sua resistência mecânica, pois acabam por romper com mais facilidade. Além disso, apresentam coloração mais acastanhada e são extremamente difíceis de serem manipuladas e esticadas.

Pode-se ainda perceber que um dos lados da membrana é mais brilhante que o outro. O lado de maior brilho é aquele em que se encontra o epitélio do tecido, isto deve ser informado ao usuário no momento do transplante para que o tecido seja posicionado corretamente sobre a ferida, ou seja, com o epitélio voltado para cima.

### Análise histológica

Na análise histológica, podemos perceber que a membrana sem irradiação apresenta células epiteliais mais intactas com estrutura preservada e as lâminas conjuntivas sem vacuolização e com pouca delaminação (Figura 3A). Em contrapartida, as membranas irradiadas apresentam células epiteliais mais deterioradas, com pequenas extensões de membrana se soltando em áreas apicais e tecido conjuntivo com delaminações mais perceptíveis (Figuras 3B e C).

## DISCUSSÃO

A membrana amniótica é histologicamente muito similar à pele, uma vez que é originada do ectoderma embrionário, sendo um análogo à pele do embrião<sup>9</sup>. Assim, apresenta muitas das características da pele humana, podendo funcionar como barreira contra a invasão bacteriana, reduzir a perda de fluidos corpóreos e proteínas, aportar fatores de crescimento e moduladores da cicatrização; enfim restabelecer as condições ideais para que os processos de cicatrização progridam satisfatoriamente<sup>3</sup>.

A invasão bacteriana é um obstáculo importante para o processo de restauração, ao aumentar o processo inflamatório local<sup>10</sup>. Os



**Figura 1** - Amnion glicerolado.



**Figura 2** - Amnion após re-hidratação.



**Figura 3** - A: sem irradiação; B: acelerador; C: cobalto 60.

curativos de membrana amniótica formam uma barreira protetora contra as bactérias ambientais. O efeito antimicrobiano parece ocorrer devido ao contato íntimo da membrana com a ferida, promovendo uma inibição bacteriana por contato<sup>11</sup>; ou ainda, a restauração da microcirculação local permitiria um “turn-over” acentuado de fagócitos e de fatores bacteriostáticos séricos<sup>5</sup>.

Um efeito importante e frequentemente relatado com o uso de membranas amnióticas é sua capacidade em acelerar a reepitelização das feridas<sup>12</sup>. As células do âmnio produzem e liberam diversos fatores de crescimento: fator de crescimento epidérmico, fator de crescimento transformador, fator de crescimento semelhante à insulina, fator de crescimento do hepatócito, fator de crescimento neural e fator de crescimento vascular endotelial. Todos estes fatores foram apontados como a causa da influência positiva da membrana amniótica sobre a proliferação epitelial<sup>9</sup>, mesmo que as células do âmnio sejam destruídas em vários protocolos de conservação<sup>8</sup>.

Ao proteger as terminações nervosas, prevenir a invasão bacteriana, diminuir a inflamação local, manter a hidratação local ideal e, principalmente, reduzir o número de trocas do curativo, o âmnio é capaz de promover uma ferida menos dolorosa<sup>1,4</sup>. Sendo que a incidência de queimaduras na infância é alta, este pode ser um argumento importante para sua eleição como curativos em crianças. Ravishanker et al.<sup>8</sup> relataram que as crianças se acalmavam logo após a aplicação da membrana e os adultos afirmavam que o alívio era muito significativo comparado com os curativos convencionais onde 80% de seus pacientes queixavam-se de dor e desconforto.

Apesar destas vantagens, sua principal desvantagem reside no fato de ser um material biológico, de origem humana. Consequentemente, pode ser um veículo potencial de doenças infecto-contagiosas. Para reduzir ao grau mínimo o risco de transmissão de doenças infecto-contagiosas através das membranas, é rotineiramente realizada a triagem das doadoras seguindo-se protocolos internacionalmente reconhecidos. Estes protocolos incluem a investigação de fatores de risco, determinados por meio do histórico médico-social e da realização de testes sorológicos que afastem o risco de HIV, hepatites B e C, HTLV, sífilis e, em nosso

meio, doença de Chagas. Os exames sorológicos para a detecção de HIV e hepatite B e C são repetidos novamente transcorridos seis meses da doação, com o intuito de eliminar janelas de risco biológico. Ainda, são aceitas membranas fetais apenas de partos cesárea, de parturientes sem histórico de doenças ginecológicas (ex: endometrite ou doença inflamatória pélvica, endometriose, etc), alterações patológicas na gestação (ex: ruptura prematura da bolsa, toxemia, sinais de sofrimento fetal, mecônio, etc) ou suspeita e sinais de mal-formação congênita do concepto. As membranas são testadas ainda quanto a possíveis contaminações bacterianas e fúngicas, sendo que faz parte dos protocolos de conservação a adição de medidas bactericidas e bacteriostáticas, tais como banhos em agentes anti-sépticos.

Sabe-se que alguns tipos de processamento dos tecidos podem gerar exposição a agentes virucidas e bactericidas, reduzindo o risco de transmissão de agentes infecciosos. Em seu estudo, van Baare et al.<sup>13</sup> observaram que a conservação de pele em glicerol 70 ou 85% é capaz de inativar o HIV-1 intra e extracelular.

A glicerolização foi descrita pela primeira vez por Basile, em 1982, para preservação de pele de porco. O glicerol desidrata a pele, removendo o fluido intracelular. Porém, ele não altera a concentração de íons das células, desta forma mantendo a integridade estrutural do tecido e servindo como um método de preservação. Após re-hidratação em soro fisiológico, o tecido recupera sua pliability<sup>7</sup>.

Nesse trabalho, buscamos estabelecer um protocolo de conservação de membranas amnióticas baseado na glicerolização, pois se trata de um método de baixo custo, relativamente simples e de fácil estocagem do material. Apresenta como desvantagem a sua alta toxicidade celular, resultando em destruição das células do tecido, porém preserva a integridade estrutural tecidual, conforme demonstrado em nossos resultados macro e microscópicos.

Como resultado de sua citotoxicidade, o glicerol em altas concentrações provoca um efeito benéfico, pois apesar de ser considerado um clássico método de preservação, acarreta também a destruição de vírus e bactérias, ocasionando um efeito sinérgico esterilizante do

material. Gajiwala et al.<sup>4</sup> utilizaram como método de preservação a exposição ao glicerol 85% e armazenamento a 4°C, relatando a ausência de crescimento bacteriano por mais de um ano.

Apesar deste efeito "esterilizante", a maior parte dos bancos de tecido do mundo só considera o tecido completamente estéril quando submetido a um processo complementar de esterilização. Atualmente, o mais consagrado na literatura é a radioesterilização, que pode ser realizada por dois mecanismos principais: o acelerador de elétrons e as fontes de cobalto 60. Em nossos estudos, submetemos amostras de âmnions glicerolizadas a estas duas fontes de energia, não sendo encontradas diferenças significativas entre os dois, tanto macro como microscopicamente. Porém, quando se compara o tecido não irradiado com o irradiado percebem-se diferenças claras entre os tecidos.

O material não irradiado apresenta um epitélio e estruturas do tecido conjuntivo mais intactos quando comparados ao irradiado. Estas alterações estruturais podem gerar resultados clínicos menos favoráveis, entretanto o tecido transplantado oferece muito maior segurança ao indivíduo receptor. Desta forma, o banco de tecidos deve levar em consideração todas estas informações para indicar o uso de radioesterilização complementar. Em nosso caso, indicamos só para aqueles materiais comprovadamente contaminados com bactérias gram positivas, que podem ser eliminadas pela irradiação. Enquanto isso, para as bactérias gram negativas contraindica-se a radioesterilização pelo risco da liberação de fatores pirogênicos.

O estabelecimento de um protocolo de processamento de membranas amnióticas em um banco de tecidos é fundamental para que este possa fornecer um tecido com rigoroso controle de qualidade, garantindo a menor possibilidade de riscos ao usuário. Em um país como o nosso, com extremas dificuldades financeiras para sustentabilidade da saúde pública, o uso das membranas amnióticas glicerolizadas surge como um promissor método de substituto cutâneo de baixo custo e alta disponibilidade para o tratamento de pacientes queimados.

## REFERÊNCIAS

1. Quinby WC Jr, Hoover HC, Scheflan M, Walters PT, Slavin SA, Bondoc CC. Clinical trials of amniotic membranes in burn wound care. *Plast Reconstr Surg.* 1982;70(6):711-7.
2. Yanaga H, Udoh Y, Yamauchi T, Yamamoto M, Kiyokawa K, Inoue Y, et al. Cryopreserved cultured epidermal allografts achieved early closure of wounds and reduced scar formation in deep partial-thickness burn wounds (DDB) and split-thickness skin donor sites of pediatric patients. *Burns.* 2001;27(7):689-98.
3. Gajiwala K, Lobo Gajiwala A. Use of banked tissue in plastic surgery. *Cell Tissue Bank.* 2003;4(2-4):141-6.
4. Gajiwala K, Gajiwala AL. Evaluation of lyophilised, gamma-irradiated amnion as a biological dressing. *Cell Tissue Bank.* 2004;5(2):73-80.
5. Maral T, Borman H, Arslan H, Demirhan B, Akinbingol G, Haberal M. Effectiveness of human amnion preserved long-term in glycerol as a temporary biological dressing. *Burns.* 1999;25(7):625-35.
6. Marshall L, Ghosh MM, Boyce SG, MacNeil S, Freedlander E, Kudesia G. Effect of glycerol on intracellular virus survival: implications for the clinical use of glycerol-preserved cadaver skin. *Burns.* 1995;21(5):356-61.
7. Rejzek A, Weyer F, Eichberger R, Gebhart W. Physical changes of amniotic membranes through glycerolization for the use as an epidermal substitute. Light and electron microscopic studies. *Cell Tissue Bank.* 2001;2(2):95-102.
8. Ravishanker R, Bath AS, Roy R. "Amnion Bank": the use of long term glycerol preserved amniotic membranes in the management of superficial and superficial partial thickness burns. *Burns.* 2003;29(4):369-74.
9. Bankiewicz KS, Palmatier M, Plunkett RJ, Cummins A, Oldfield EH. Reversal of hemiparkinsonian syndrome in nonhuman primates by amnion implantation into caudate nucleus. *J Neurosurg.* 1994;81(6):869-76.
10. Bose B. Burn wound dressing with human amniotic membrane. *Ann R Coll Surg Engl.* 1979;61(6):444-7.
11. Talmi YP, Sigler L, Inge E, Finkelstein Y, Zohar Y. Antibacterial properties of human amniotic membranes. *Placenta.* 1991;12(3):285-8.
12. Ward DJ, Bennett JP, Burgos H, Fabre J. The healing of chronic venous leg ulcers with prepared human amnion. *Br J Plast Surg.* 1989;42(4):463-7.
13. van Baare J, Cameron PU, Vardaxis N, Pagnon J, Reece J, Middelkoop E, et al. The 1998 Lindberg Award. Comparison of glycerol preservation with cryopreservation methods on HIV-1 inactivation. *J Burn Care Rehabil.* 1998;19(6):494-500.

Trabalho realizado no Laboratório de Investigação Médica (LIM 4) da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

# Estudo epidemiológico dos pacientes idosos queimados no Centro de Tratamento de Queimados do Hospital Instituto Doutor José Frota do município de Fortaleza-CE, no período de 2004 a 2008

*Epidemiological survey of elderly burned patients admitted on Centro de Tratamento de Queimados of Instituto Doutor José Frota Hospital in Fortaleza-CE, from 2004 to 2008*

Guilherme Pinheiro Ferreira da Silva<sup>1</sup>, Natália Bitar da Cunha Olegario<sup>2</sup>, Ana Maria do Rosário Siqueira Pinheiro<sup>3</sup>, Vasco Pinheiro Diógenes Bastos<sup>4</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** Analisar o perfil epidemiológico dos pacientes idosos internados no Centro de Tratamento de Queimados (CTQ) do Hospital Instituto Doutor José Frota (IJF), no período de 2004 a 2008. **Método:** Foram avaliados registros de 79 pacientes com idade igual ou superior a 60 anos que estiveram internados no CTQ do IJF durante o período de 2004 a 2008, por meio de um formulário específico. **Resultados:** Observou-se predominância das internações em indivíduos do sexo masculino (55,7%), com idade média de  $72,7 \pm 9,03$  anos, provenientes de municípios do interior do estado Ceará (58,2%), tendo o fogo como principal agente causal (31,6%) e predominância para as queimaduras de 2º grau, sendo evidenciada taxa de 30% de superfície corporal queimada e 41,8% de mortalidade. **Conclusão:** Conclui-se que o perfil dos pacientes idosos vítimas de queimaduras internados no CTQ do Instituto Doutor José Frota, no período de 2004 a 2008, é constituído por indivíduos do sexo masculino, procedentes de cidades interioranas do estado do Ceará, tendo o fogo como principal agente causal e predominância para as queimaduras de 2º grau e 41,8% de mortalidade.

**DESCRIPTORIOS:** Queimaduras. Idoso. Epidemiologia.

## ABSTRACT

**Objective:** To analyze the elderly patients epidemiological profile in the Centro de Tratamento dos Queimados (CTQ) of Hospital Instituto Doutor José Frota (IJF), between 2004 and 2008. **Methods:** Records of 79 patients were evaluated, all of them 60 or older that had been hospitalized in the CTQ between 2004 and 2008, using a specific form. **Results:** The majority of patients were male (55.7%), aged  $72.7 \pm 9.03$  years old, originated from the state's countryside (58.2%), fire was the main causal agent (31.6%), with second degree burns the most common, averaging 30% of burned surface area and 41.8% of mortality was observed. **Conclusion:** The conclusion was that the profile of burned elderly patients hospitalized in the CTQ of Hospital Instituto Doutor José Frota (IJF) between 2004 and 2008, are male patients, from the state's countryside, fire was the principal causal agent and second degree burns the most common with 41.8% of mortality.

**KEY WORDS:** Burns. Aged. Epidemiology.

1. Fisioterapeuta graduado pela Universidade de Fortaleza.
2. Acadêmica do 5º período do curso de Fisioterapia da Universidade de Fortaleza.
3. Fisioterapeuta graduada pela Universidade de Fortaleza e Fisioterapeuta do Centro de Tratamento de Queimados do Hospital Instituto Dr. José Frota.
4. Professor do curso de graduação em Fisioterapia da Faculdade Integrada do Ceará (FIC), Mestre em Farmacologia pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e Fisioterapeuta do Hospital Instituto Dr. José Frota.

**Correspondência:** Guilherme Pinheiro Ferreira da Silva  
Av. Rogaciano Leite, 200, apto 403, bloco C – Salinas – Fortaleza, CE – CEP: 60810-000  
E-mail: guilhermepinheiro87@hotmail.com  
Recebido em: 11/12/2009 • Aceito em: 3/2/2010

A queimadura corresponde à quarta causa de morte por injúria nos Estados Unidos e a quinta causa de mortes violentas em todo mundo, sendo responsável por 282.000 mortes, em 1998, e 322.000, em 2002, segundo dados da Organização Mundial de Saúde. No Brasil, estima-se que 1.000.000 de indivíduos se queimem por ano, não havendo restrição de sexo, idade, raça ou classe social, com um forte impacto econômico, tendo em vista o tempo prolongado de tratamento e acompanhamento<sup>1</sup>.

Segundo Crisóstomo et al.<sup>2</sup>, as crianças são a população mais envolvida em queimaduras, representando, em alguns estudos, a metade da casuística. Os idosos correspondem a 10% dos casos, sendo importante salientar que estes dois grupos são os que apresentam maior mortalidade, porém os idosos são os que apresentam a mais alta taxa de mortalidade relativa.

O interesse em desenvolver essa pesquisa foi decorrente da grande incidência de idosos internados no Centro de Tratamento de Queimados do Hospital Instituto Dr. José Frota e também da gravidade dos efeitos danosos e da morbi-mortalidade nesse grupo de indivíduos.

Estando a relevância desse estudo pautada em fornecer subsídios para os profissionais envolvidos, bem como ao Instituto Dr. José Frota e para a sociedade de modo geral, destacando a importância na prevenção dos fatores de risco aos quais os pacientes idosos estão submetidos.

Este estudo teve como objetivo analisar o perfil epidemiológico dos pacientes idosos internados no Centro de Tratamento de Queimados do Hospital Instituto Dr. José Frota do município de Fortaleza-CE, no período de 2004 a 2008.

## MÉTODO

Foi realizado um estudo do tipo exploratório e retrospectivo, com abordagem quantitativa, desenvolvido no Centro de Tratamento de Queimados do Hospital Instituto Dr. José Frota, Autarquia Municipal da Prefeitura de Fortaleza/CE. O estudo seguiu os princípios éticos e legais, de acordo com as recomendações da Resolução nº 196/96 do CNS, que estabelece os princípios para pesquisas em seres humanos<sup>3</sup>, sendo aprovado pelo comitê de ética da instituição, sob o número 112.832/09.

O Centro de Tratamento de Queimados desse instituto é responsável pelo atendimento e tratamento de pacientes vítimas de queimaduras, sendo referência nacional em queimaduras e classificado pelo Ministério da Saúde como de alta complexidade. Dispõe de estrutura necessária para o atendimento especializado em queimados, com 30 leitos, posto de enfermagem, centro-cirúrgico, sala de pequena cirurgia, sala de recuperação, sala de balneoterapia, sala de fisioterapia, sala de terapia ocupacional, ambulatório com posto de consultório médico e sala de troca de curativos.

A amostra foi composta pelos registros de informações hospitalares de pacientes queimados com idade igual ou superior a 60 anos, de ambos os sexos, admitidos no Centro de Tratamento de Queimados no período de janeiro de 2004 a dezembro de 2008, sendo excluídos da pesquisa os pacientes cujos dados no censo da enfermagem estavam incompletos ou com informações ilegíveis.

Inicialmente foi realizada uma visita ao chefe do Centro de Tratamento de Queimados do Instituto Dr. José Frota, onde foram feitos os esclarecimentos ao responsável pelo serviço sobre a pesquisa e, em seguida, foi solicitada a assinatura do termo de fiel depositário pelo mesmo.

Após a assinatura do termo de fiel depositário, foi analisado o censo da enfermagem do Centro de Tratamento de Queimados, que é um livro onde há o registro de todos os pacientes internados no serviço, realizado pelo enfermeiro plantonista, que faz uma busca dos dados dos prontuários dos pacientes no momento da admissão. São registrados os dados quanto a procedência, idade, sexo, agente causal, superfície corporal queimada, evolução para alta, transferência ou óbito, sendo exclusivo do Centro de Tratamento de Queimados e arquivado no próprio setor, tendo como finalidade conter dados sobre a clientela atendida.

Como instrumento de coleta de dados foi construído um formulário para a busca das informações contidas no censo da enfermagem, sendo composto de variáveis sociodemográficas, como idade, sexo e naturalidade, e as variáveis clínicas, como agente causal, superfície corporal queimada, profundidade da queimadura, morbidade/mortalidade.

Os dados obtidos foram analisados por meio de estatística descritiva, utilizando-se o programa Microsoft Excel 2003 e os resultados foram apresentados em média  $\pm$  desvio padrão e expostos na forma de gráficos.

## RESULTADOS

A partir da análise dos registros dos pacientes idosos internados no Centro de Tratamento de Queimados, durante o período de 2004 a 2008, foram coletados dados de 195 pacientes, porém foram excluídos 116 devido à existência de informações ilegíveis e/ou incompletas. Assim, foram incluídos nessa pesquisa 79 pacientes.

O sexo masculino apresentou maior prevalência, correspondendo a 55,7% dos casos (n=44); a idade média dos pacientes era de 72,7  $\pm$  9,03 anos, variando entre 60 e 95 anos.

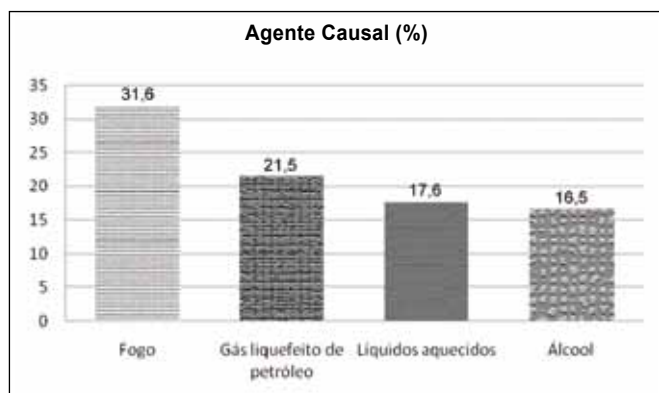
Os pacientes idosos ingressos no Centro de Tratamento de Queimados procedentes de cidades interioranas do estado do Ceará totalizaram 58,2% (n=46), enquanto que a região metropolitana correspondeu a 41,8% (n=33).



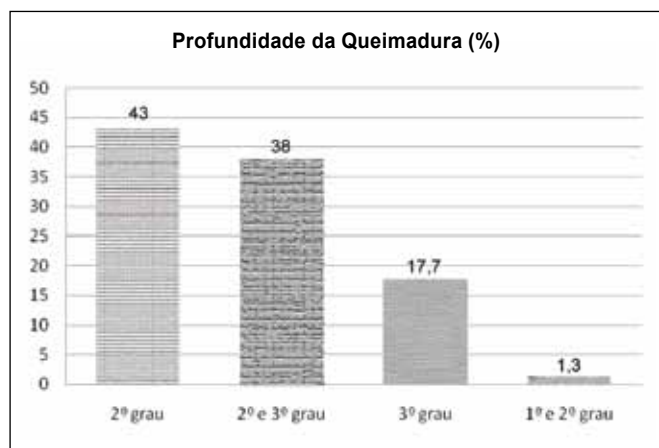
Na variável agente causal, o fogo ocupou o primeiro lugar, com 31,6% (n=25) dos pacientes hospitalizados, seguido do gás liquefeito de petróleo (gás butano) com 21,5% (n=17), líquidos aquecidos 17,6% (n=14) e do álcool 16,5% (n=13) (Figura 1).

Quanto ao perfil da superfície corporal queimada e profundidade da queimadura, pode-se observar uma média de 30% de área corporal atingida, havendo predominância da queimadura de 2º grau, com 43% (n=34), seguido das queimaduras de 2º e 3º graus, com 38% (n=30) e pelas queimaduras de 3º grau, com 17,7% (n=14) (Figura 2).

As transferências para a Unidade de Terapia Intensiva ocorreram em 11,4% (n=9) dos pacientes estudados e a taxa de mortalidade desses pacientes idosos internados no Centro de Tratamento de Queimados foi de 41,8% (n=33).



**Figura 1** - Porcentual dos agentes causais encontrados nos 79 pacientes idosos queimados internados no CTQ do IJF, no período de 2004 a 2008, Fortaleza, Ceará, Brasil.



**Figura 2** - Percentual da profundidade das queimaduras encontradas nos 79 pacientes idosos queimados internados no CTQ do IJF, no período de 2004 a 2008, Fortaleza, Ceará, Brasil.

## DISCUSSÃO

As queimaduras são consideradas um grave problema de saúde pública em todo o país, sendo de grande importância o conhecimento epidemiológico, pois são os dados estatísticos que fornecem subsídios para programas de prevenção e tratamento da queimadura, bem como definem um paralelo entre as experiências de centros nacionais e internacionais.

Apesar da baixa incidência de pacientes idosos internados em centros de tratamento de queimados, quando comparada a crianças e adultos jovens, tal população apresenta altas taxas de mortalidade, podendo ser encontrada na literatura, segundo Tejerina et al.<sup>4</sup>, uma variação entre 33,3% e 63%, faixa na qual se encontra os resultados deste estudo, que foram de 41,8% dos casos.

No tocante ao sexo, os estudos afirmam que esse dado estatístico varia conforme o local estudado, porém observou-se prevalência semelhante aos dados encontrados nas pesquisas no Brasil<sup>5-10</sup>, havendo predominância do sexo masculino.

Quanto à procedência dos pacientes internados, os resultados do presente estudo não foram de encontro ao evidenciado no estudo epidemiológico de Barreto et al.<sup>11</sup>, realizado na mesma instituição deste estudo, cujos resultados apontam um maior número de pacientes advindos de cidades interioranas do estado (58,2%). Tal fato pode representar piores consequências no que se diz respeito à evolução e morbi-mortalidade desses pacientes, que ocorre em decorrência dos cuidados inadequados pré-hospitalares e o intervalo de tempo para que a vítima queimada do interior chegue à capital para receber o serviço hospitalar especializado.

No que se refere aos agentes causais, o presente estudo assemelhou-se a uma gama de estudos realizados em idosos<sup>4,12-15</sup>, nos quais se observa o fogo, em episódios de chama direta, como a causa mais frequente de queimaduras na população idosa. As queimaduras por gás liquefeito de petróleo (gás butano) representaram a segunda causa em frequência de internação, totalizando 21,5% dos pacientes, o que não vai de encontro com a literatura<sup>2</sup>, que reporta os líquidos aquecidos e o combustível como sendo a segunda e terceira causas de queimaduras, respectivamente.

A profundidade da queimadura teve como predomínio as de 2º grau, essa prevalência vem de encontro com os dados de Beraldo et al.<sup>16</sup> e Rossi et al.<sup>17</sup>, que destacam que as queimaduras de 2º grau representam a maior prevalência entre os idosos.

A extensão da queimadura baseou-se de acordo com a superfície corporal queimada, considerando queimaduras de 2º e 3º graus, podendo ser observada no estudo uma média de superfície corporal queimada equivalente a 30%, o que caracteriza o grande queimado, sendo um número percentual próximo ao encontrado nos estudos de Le et al.<sup>14</sup> e Tejerina et al.<sup>4</sup>, que evidenciaram médias de 20% a 25% da superfície corporal queimada.

## CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que o perfil dos pacientes idosos vítimas de queimaduras internados no Centro de Tratamento de Queimados do Instituto Doutor José Frota, no período de 2004 a 2008, é de indivíduos do sexo masculino, procedentes de cidades interioranas do estado do Ceará, tendo o fogo como principal agente causal e predominância para as queimaduras de 2º grau, sendo evidenciada taxa de 30% de superfície corporal queimada e 41,8% de mortalidade.

## REFERÊNCIAS

1. Fracanolli TS, Magalhães FL, Guimarães LM, Serra MCVF. Estudo transversal de 1273 pacientes internados no centro de tratamento de queimados do Hospital do Andaraí de 1997 a 2006. *Rev Bras Queimaduras*. 2007;7(1):33-7.
2. Crisóstomo MR, Serra MCVF, Gomes RD. Epidemiologia das queimaduras. In: Lima Junior EM.; Serra MC, eds. *Tratado de queimaduras*. São Paulo:Atheneu;2004. p.31-5.
3. Brasil. Resolução CNS nº 196, de 10 de outubro de 1996. Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Brasília:Diário Oficial da União., n.201, p.21 082, 16 out. 1996. Seção
4. Tejerina C, Reig A, Codina J, Safont J, Mirabet V. Burns in patients over 60 years old: epidemiology and mortality. *Burns*. 1992;18(2):149-52.
5. Barretto RM. Estudo epidemiológico de 4907 casos de queimaduras internados no CTQ do Hospital da Restauração – Recife – PE – Campanha de prevenção. *Rev Bras Queimaduras*. 2003;3(1):26-31.
6. Macedo JLS, Rosa SC. Estudo epidemiológico dos pacientes internados na Unidade de Queimados: Hospital Regional da Asa Norte, Brasília, 1992-1997. *Brasília Med*, 2000;37(3/4):87-92.
7. Vale ECS. Primeiro atendimento em queimaduras: a abordagem do dermatologista. *An Bras Dermatol*. 2005;80(1): 9-19.
8. Mzezewa S, Jonsson K, Aberg M, Salemark L. A prospective study on the epidemiology of burns in patients admitted to the Harare burn units. *Burns*. 1999;25(6):499-504.
9. Gomes DR. *Condutas atuais em queimaduras*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Revinter;2001.
10. Serra MCVF et al. Alcohol burns: analysis os 977 cases. 11<sup>th</sup> Quadrennial congress of the International Society of Burns Injuries. Seattle, Aug., 2002.
11. Barreto MGP, Bellaguarda EAL, Burlamaqui MPM, Barreto RP, Oliveira PRT, Lima Júnior EM. Estudo epidemiológico de pacientes queimados em Fortaleza, Ceará: revisão de 1997 a 2001. *Rev Pediatr*. 2008;9(1):23-9.
12. Ferraro A. Epidemiologic study of 1768 burned patients. *Acta Med Port*. 1998;11(3):265-9.
13. Laloe V. Epidemiology and mortality of burns in general hospital of Eastern Sri Lanka. *Burns*. 2002;28(8):778-81.
14. Le HQ, Zamboni W, Eriksson E, Baldwin J. Burns in patients under 2 and over 70 years of age. *Ann Plast Surg*. 1986;17(1):39-44.
15. Panjeshahin MR, Lari AR, Talei A, Shamsnia J, Alaghebandan R. Epidemiology and mortality of burns in the South West of Iran. *Burns*. 2001;27(3):219-26.
16. Beraldo PSS, Nunes LGN, Silva IP, Ramos MFG. Predição de mortalidade em unidade de queimados. *Brasília Méd*. 1999;36(3/4):82-9.
17. Rossi LA, Barrufini RCP, García TR, Chianca TCM. Queimaduras: características dos casos tratados em um hospital escola em Ribeirão Preto (SP), Brasil. *Rev Panam Salud Publica*. 1998;4(6):401-4.

Trabalho realizado no Hospital Instituto Doutor José Frota, Fortaleza, CE.

# Comparação da evidência dos miofibroblastos marcados por imuno-histoquímica em tecido de granulação quando fixado por formol ou por álcool a 70%

## *Comparison of myofibroblast visualization by immunohistochemical staining in granulation tissue fixed in formaldehyde or 70% alcohol*

David Souza Gomez<sup>1</sup>, Rebeca Janebro<sup>2</sup>, Roosecelis Araújo Brasil<sup>3</sup>, Yara Juliano<sup>4</sup>, Neil Ferreira Novo<sup>4</sup>, Rolf Gemperli<sup>5</sup>, Walter Soares Pinto<sup>6</sup>

### RESUMO

**Introdução:** Para o adequado estudo anatomopatológico dos tecidos obtidos dos pacientes é crucial a boa técnica para a melhor evidência das células pesquisadas. É imprescindível que não só a técnica ideal de coloração/marcação seja utilizada, mas também a correta técnica de fixação da peça cirúrgica. Em trabalho prévio pesquisando miofibroblastos e contração na pele restaurada de áreas doadoras de enxertos de pele de espessura parcial, verificamos baixa densidade de miofibroblastos, ao contrário dos estudos em tecido de granulação. Investigando as causas disso, e baseando-se em artigo específico sobre a eficácia da evidência imuno-histoquímica com diferentes métodos de fixação tecidual, comparamos a eficácia dos diferentes fixadores, formol a 10% e álcool a 70% para a evidência de miofibroblastos em tecido de granulação de úlceras crônicas de 21 pacientes. **Método:** Estudamos 42 amostras por meio de técnica imuno-histoquímica, utilizando-se o anticorpo anti-Smooth Muscle Actin, nas quais contamos os miofibroblastos em 10 campos com aumento de 400 X. **Resultados:** Demonstraram-se melhores resultados qualitativo e quantitativo no material fixado em álcool, quando comparado ao fixado em formol, com densidades médias de miofibroblastos de 86,5 e 48 células/mm<sup>2</sup>, respectivamente, o que nos leva a recomendar o álcool como fixador de tecidos para estas análises imuno-histoquímicas.

**DESCRIPTORIOS:** Imunoistoquímica. Fibroblastos. Actinas. Fixação de tecidos. Etanol. Formaldeído.

### ABSTRACT

**Background:** The use of a good visualization technique is crucial for an adequate pathological anatomy study of tissues obtained from patients. Optimal staining and fixation techniques of the surgical piece are essential. In a previous study investigating myofibroblasts and contraction in split skin-graft donor sites, a low density of myofibroblasts was observed, as opposed to studies in granulation studies. To investigate the causes for this finding and based on a specific manuscript on the efficacy of immunohistochemical visualization using different tissue fixation methods, we compared the efficacy of fixation in 10% formaldehyde and 70% alcohol for the visualization of myofibroblasts in granulation tissues of chronic ulcers in 21 patients. **Method:** Forty-two samples were studied by immunohistochemistry, using the anti-Smooth Muscle Actin antibody, and myofibroblasts were counted in 10 fields with a magnification of 400X. **Results:** Better qualitative and quantitative results were observed in alcohol-fixed materials, when compared to those fixed in formaldehyde, with mean myofibroblasts densities of 86.5 and 48 cells/mm<sup>2</sup>, respectively, which encourages us to recommend the use of alcohol for tissue fixation in immunohistochemical studies.

**KEY WORDS:** Immunohistochemistry. Fibroblasts. Actins. Tissue fixation. Ethanol. Formaldehyde.

1. Professor Titular de Cirurgia Plástica da Faculdade de Medicina da Universidade de Santo Amaro (Unisa).
2. Médica Residente de Cirurgia Plástica do Hospital Escola Wladimir Arruda – Unisa.
3. Médica Patologista da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP).
4. Esteticista da Unisa.
5. Professor Associado da FMUSP.
6. Professor Titular e Chefe do Serviço de Cirurgia Plástica da Unisa.

**Correspondência:** David Souza Gomez  
Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, Departamento de Cirurgia, Divisão de Cirurgia Plástica e Queimaduras.  
Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 255 – Cerqueira César – São Paulo, SP – CEP 05403-900  
Recebido em: 5/1/2010 • Aceito em: 8/3/2010

A morfologia celular tem grande importância na análise dos tecidos estudados, e para isso concorrem várias técnicas visando à identificação e melhor evidência das estruturas em questão. Assim, pode-se realizar análise óptica por microscopia de luz por meio de técnicas histoquímicas específicas, imunohistoquímica, imunofluorescência e microscopia eletrônica.

Em trabalho prévio, em que se estudou a contração e a densidade de miofibroblastos na pele restaurada de áreas doadoras de enxertos de espessura parcial<sup>1</sup>, foram observados poucos miofibroblastos marcados por anti-actina- $\alpha$  com técnica imunohistoquímica e fixação por formol. Relatos da literatura que pesquisaram miofibroblastos em tecidos de granulação de feridas cutâneas mostram, em geral, grandes quantidades dessas células, evidenciadas à microscopia de luz. Pesquisando-se o motivo dessa menor visualização dos miofibroblastos, deparamo-nos com o relato de Alves et al.<sup>2</sup>, versando sobre o método usado na fixação dos tecidos, demonstrando que a fixação por álcool era melhor do que a por formol quando se utilizava técnica imunohistoquímica.

Baseando-se nesse artigo, procuramos por fatores que ajudassem a esclarecer a baixa densidade de miofibroblastos na pele restaurada - se devida à pele humana sem ferida, ao contrário do tecido de granulação, ou se por influência de algum outro fator envolvido. Resolvemos então pesquisar, por meio de método imunohistoquímico pela marcação celular com anticorpos anti-actina, a diferença na evidência qualitativa e, principalmente, quantitativa dos miofibroblastos em amostras de tecidos de granulação fixados comparativamente por formol ou por álcool.

## MÉTODOS

Foram solicitadas autorizações, segundo o Comitê de Ética em Pesquisas, a todos os pacientes possíveis candidatos à participação no estudo. Tal casuística foi composta por portadores de úlceras cutâneas crônicas necessitando de ressecção do tecido de granulação para enxertia de pele em acompanhamento no ambulatório de Cirurgia Plástica do Hospital-Escola Wladimir Arruda da Faculdade de Medicina da Universidade de Santo-Amaro (UNISA), São Paulo, Brasil (Tabela 1). No ato cirúrgico foram retiradas para estudo amostras do tecido de granulação dos primeiros 21 pacientes, independentemente da localização topográfica ou da idade da úlcera. De cada paciente, duas amostras do material retirado de cada paciente foram enviadas ao laboratório de anatomia patológica com as diferentes técnicas de fixação descritas a seguir.

### Fixação e processamento do material

Um dos fragmentos foi fixado em formol tamponado a 10%, e o outro, em álcool a 70%. Depois de 48 horas de fixação, os espécimes foram embebidos em parafina empregando-se a técnica de rotina e foram confeccionadas lâminas com coloração histoquímica de hematoxilina-eosina (HE).

### Técnica imunohistoquímica

Cortes histológicos foram obtidos e fixados em lâminas com silano (Sigma Chemical Co., St Louis, MO, USA). Após

desparafinização, foi realizado bloqueio da peroxidase endógena do material dos cortes e bloqueio da peroxidase endógena tecidual. Em seguida, os cortes foram submetidos à reação imuno-histoquímica com o anticorpo anti-Smooth Muscle Actin, Actine des muscles lises, Clone I A4. Code nº M0851, Dako A/S., Denmark, na diluição de 1:100 e com utilização de panela de pressão.

### Análise quantitativa das células imunomarcadas para actina

Os patologistas que examinaram as lâminas desconheciam o método de fixação do material. A contagem das células foi feita nas lâminas - com graticulo de 1cm<sup>2</sup> - em 10 campos com aumento de 400X (ocular de 10X e objetiva de 40X). Foram escolhidas para contagem as células imunomarcadas e com morfologia de miofibroblastos, excluindo-se as correspondentes às células endoteliais dos vasos neoformados.

### Análise estatística

Os resultados quantitativos foram submetidos à análise por meio da comparação do número de células positivas em cada grupo usando-se o *software* Graph Pad Prism version 4.0 for Windows (Graph Pad Software, San Diego, CA), através do teste não paramétrico de Mann Whitney.

## RESULTADOS

A identificação dos miofibroblastos foi feita verificando-se as células fusiformes com morfologia de fibroblastos, mas que reagiram com o anticorpo anti-actina de músculo liso.

A análise histológica dos pacientes demonstrou tecido de granulação em diferentes fases, às vezes, com predomínio de infiltrado inflamatório e tecido vascular com escassas áreas de tecido conjuntivo cicatricial. Na maioria dos casos, o aspecto histológico se caracterizou por extensas áreas de tecido conjuntivo fibroso rico em células fusiformes imunomarcadas para actina com pouco infiltrado linfocitário e neovascularização.

Qualitativamente, a reação imuno-histoquímica revelou importante diferença na sensibilidade da reação ao compararmos os dois métodos de fixação. Assim, observou-se que os cortes fixados em álcool apresentaram maior intensidade da expressão citoplasmática das células imunomarcadas, maior definição dos contornos vasculares e menor formação de *background* quando comparados aos cortes do mesmo tecido fixado em formol.

Na análise quantitativa, observou-se maior positividade de miofibroblastos no tecido fixado em álcool do que no fixado em formol. A Tabela 1 nos mostra a distribuição dos miofibroblastos em cada uma das duas amostras dos 21 pacientes, colocando-se ao final das colunas as médias obtidas, de 86,5 e 48,0 células/mm<sup>2</sup> respectivamente, ou seja, com média de positividade 80% maior no mesmo material quando fixado em álcool a 70%, com significância estatística ( $p < 0,01$ ). Obteve-se, assim, significativa melhora na visualização das células pesquisadas, tanto do ponto de vista qualitativo como quantitativo, como demonstram a Tabela 1 e as Figuras 1 e 2.

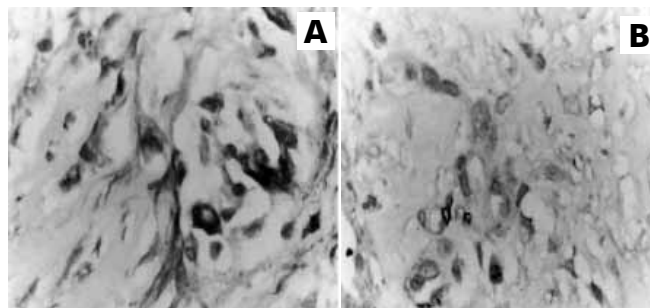
**TABELA I**  
**Casística quanto às variáveis sexo, grupo étnico e idade, e estudo quantitativo dos cortes histológicos de tecido de granulação imunomarcados para actina - densidade dos miofibroblastos em 10 campos com aumento de 400 X, e média final com cada método de fixação.**

Caso	Sexo	Grupo Étnico	Idade	Formol	Álcool
1	M	B	39	89,6	102,4
2	M	P	34	11,2	94,4
3	M	B	18	38,4	80,0
4	M	P	34	24,0	36,8
5	M	P	19	48,0	99,2
6	M	B	50	49,6	80,0
7	F	B	28	48,0	78,4
8	M	B	18	79,6	92,4
9	M	P	22	10,2	84,4
10	M	B	1a6m	37,4	70,0
11	M	?	46	23,0	35,0
12	M	?	?	38,0	89,2
13	M	P	30	99,6	112,4
14	F	B	41	21,2	104,4
15	M	B	82	48,0	90,0
16	M	?	53	34,0	70,0
17	M	?	48	58,0	109,2
18	F	?	40	59,6	90,0
19	M	?	27	89,6	102,0
20	M	A	49	11,2	94,4
21	F	N	68	89,6	102,4
Média				48,0	86,5

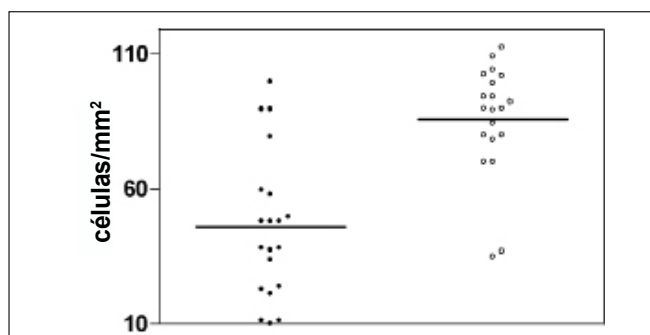
**DISCUSSÃO**

O tecido de granulação apresenta variadas fases de evolução e é constituído por tecido conjuntivo fibroso rico em fibroblastos que, passando por algumas fases, segundo a maioria dos autores, termina diferenciando-se em miofibroblastos<sup>3</sup>. Essas células especiais, com características morfológicas e funcionais comuns aos fibroblastos e às células musculares lisas, foram pela primeira vez identificada à microscopia de luz em 1971<sup>4</sup>. Em artigo descrevendo diferentes métodos de imunomarcção celular, foi demonstrado que o processo de fixação de tecidos de biópsias é fator determinante da intensidade e da positividade da reação imuno-histoquímica<sup>2</sup>. Nosso trabalho, estudando tecidos de granulação em diferentes fases da cicatrização - e com diferentes métodos de fixação - corrobora os achados prévios de que, por análise quantitativa, os fragmentos histológicos fixados em álcool apresentam maior positividade de células imunomarcadas para actina que os fixados em formol, dado encontrado em todos os casos. Importante ressaltar ainda que, nos casos em que há pequeno número de células marcadas, tal achado poderia talvez ser explicado pelo fato de o material corresponder a tecido de granulação jovem, onde ainda há pequeno número de células com fenótipo de miofibroblastos proliferados.

Tradicionalmente aprendemos a usar na fixação de nossas peças cirúrgicas - e que levou à extensão do uso também em nossas pesquisas - o formol líquido. Com isso, muitas vezes por desconhecermos



**Figura 1** – Visualização dos miofibroblastos em cortes histológicos do mesmo tecido de granulação, submetidos à fixação em álcool (A), e em formol (B) - aumento de 400X.



**Figura 2** – Densidade dos miofibroblastos (quantificação da expressão da actina) nos tecidos submetidos a diferentes processos de fixação (pontos escuros - fixados em formol; pontos claros - fixados em álcool) ( $p < 0,01$ ).

alternativas melhores - principalmente em pesquisas, quando objetivamos demonstrar alguma hipótese proposta -, os resultados aparentemente podem mostrar-se fragilizados. Ao invés de questionarmos a validade da proposição inicial do estudo, se soubermos que um mero detalhe técnico - que, aliás, por vezes nem é de nossa prática diária, como a análise anatomopatológica - pode efetivamente interferir na qualidade desses resultados, devemos estar atentos para não comprometer a qualidade de nossos estudos. Como exemplo concreto dessa experiência, a expressiva melhora - tanto qualitativa como quantitativa - na evidenciação imuno-histoquímica dos miofibroblastos marcados com o anticorpo anti-actina, quando observada no material fixado em álcool, nos leva a recomendá-lo quando se forem pesquisar essas células, em substituição ao tradicional formol.

**REFERÊNCIAS**

1. Gomez DS, Mariani U, Pinto WS, Gemperli R, Ferreira MC. Contraction and myofibroblasts in restored skin. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg. 1998;32(2):147-55.
2. Alves VAF, Wakamatsu A, Kanamura CT, Magalhães ES, Siqueira SAC. A importância da fixação em imuno-histoquímica: a distribuição de vimentina e citoqueratinas em amostras fixadas em álcool e formol. Rev Hosp Clin Fac Med S Paulo. 1992;47(1):19-24.
3. Au K, Ehrlich HP. Does rat granulation tissue maturation involve gap junction communications? Plast Reconstr Surg. 2007;120(1):91-9.
4. Hirschel BJ, Gabbiani G, Ryan GB, Majno G. Fibroblasts of granulation tissue: immunofluorescent staining with antismooth muscle serum. Proc Soc Exp Biol Med. 1971;138(2):466-9.

# O perfil fonoaudiológico do paciente portador de queimaduras de cabeça e pescoço internado no Hospital de Pronto Socorro de Porto Alegre/RS

*The speech-language pathology profile of patients with burning of head and neck hospitalized at Emergency Hospital of Porto Alegre/RS*

Juliana Menezes da Cunha Rodrigues<sup>1</sup>, Gabriela De Martini Vanin<sup>2</sup>, Luiz Antonio Nasi<sup>3</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** Traçar o perfil fonoaudiológico dos pacientes com queimaduras de cabeça e pescoço internados no Hospital de Pronto Socorro de Porto Alegre. **Método:** Foram avaliados pacientes com queimaduras entre 2º e 3º grau, acima de 18 anos, internados na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital de Pronto Socorro de Porto Alegre e que estivessem próximos da sua alta hospitalar. Foram submetidos à avaliação por meio de um protocolo adaptado, validado nacionalmente, que investigou dados sociodemográficos e perfil fonoaudiológico dos pacientes referidos. **Resultados:** A amostra foi constituída de 10 pacientes, com etiologia predominante de queimadura por álcool, elétrica e chama, totalizando 6 (60%) casos. Todos os pacientes apresentaram dificuldade de deglutição; 70%, esforço ventilatório; 90%, abertura de boca reduzida. A alteração no tempo máximo de emissão teve maior prevalência no sexo masculino, com média de 10,67 segundos; alterações vocais foram encontradas em 7 (70%) pacientes e 9 (90%) apresentaram alterações articatórias. A dor esteve presente em 3 (30%) pacientes. **Conclusão:** O perfil fonoaudiológico foi alterado na amostra investigada, conforme o esperado.

**DESCRIPTORIOS:** Fonoaudiologia. Queimaduras. Distúrbios da fala/etiologia. Anormalidades do sistema estomatognático.

## ABSTRACT

**Objective:** To describe the speech-language pathology profile of patients with burns of head and neck who were hospitalized at the Emergency Hospital of Porto Alegre. **Methods:** Assessed patients with burns between 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> degree over 18 years-old at the Intensive-Care Unit of Emergency Hospital of Porto Alegre and they were close to their discharge, underwent an evaluation by a protocol adapted nationally validated that investigated socio-demographic data and speech-language pathology of the referred patients. **Results:** The sample consisted of 10 patients with predominant etiology of alcohol-burning, electrical and flame, totaling 6 (60%) cases. All patients had difficulty swallowing, 70%, difficulty breathing, mouth opening reduced in 9 (90%) cases, changes in the maximum emission time was most prevalent in males with an average of 10.67 seconds, vocal changes were found in 7 (70%) patients and 9 (90%) showed articulation changes. The pain was present in 3 (30%) patients. **Conclusion:** As expected, the speech-language pathology profile was changed in the investigated sample.

**KEY WORDS:** Speech, language and hearing sciences. Burns. Speech disorders/etiology. Stomatognathic system abnormalities.

1. Acadêmica do Curso de Fonoaudiologia do Centro Universitário Metodista IPA. Porto Alegre (RS), Brasil.
2. Fonoaudióloga, Docente do Centro Universitário Metodista – IPA, Porto Alegre, RS, Brasil; Mestre em Medicina: Ciências Médicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).
3. Médico, convidado do Hospital de Pronto Socorro de Porto Alegre, RS, Brasil; Mestre em Ciências da Saúde: Cardiologia e Ciências Cardiovasculares pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**Correspondência:** Juliana Menezes da Cunha Rodrigues  
Avenida Protásio Alves, 7355, apto. 501 – Porto Alegre, RS, Brasil – CEP 91.310-003  
E-mail: julianarodrigues.fono@gmail.com  
Recebido em: 21/11/2009 • Aceito em: 5/2/2010

Quando falamos de lesões por queimaduras, referimo-nos à terceira causa de morte acidental em todas as faixas etárias. Setenta e cinco por cento resultam da ação da vítima e ocorrem no ambiente domiciliar<sup>1</sup>. Nos Estados Unidos, 70.000 pessoas são hospitalizadas a cada ano com ferimentos graves causados por trauma térmico. Acidentes no grupo de crianças abaixo de 14 anos resultam em quase 6.000 e mais de 140.000 admissões hospitalares anuais somente em redes públicas<sup>2</sup>.

O Sistema Único de Saúde (SUS), no Brasil, gasta por ano 63 milhões com esses atendimentos<sup>1,2</sup>. As queimaduras constituem um problema de saúde pública significativo, atingindo pessoas de todas as idades e ambos os sexos<sup>2</sup>. Estima-se que 1.000.000 de pessoas se queimem por ano. O grande queimado, com muita frequência, perde sua identidade física de forma radical e definitiva<sup>3</sup>. A Organização Mundial de Saúde (OMS) projeta que, em 2020, o trauma ultrapassará as doenças infecciosas como a primeira causa de morte ao redor do mundo<sup>4</sup>.

Acidentes produzidos por queimaduras constituem a maior causa de morbi-mortalidade no trauma. No Hospital de Pronto Socorro de Porto Alegre (HPS), nos últimos três anos, a média de internações hospitalares por queimaduras foi de 268 ao ano, com uma média atual de 32 óbitos<sup>5</sup>. Nota-se um índice bastante elevado para queimaduras que atingem a face no âmbito nacional, chegando a 39,6% do total registrado<sup>6</sup>.

Os achados fonoaudiológicos demonstram que pacientes com queimaduras nas regiões de face, pescoço, tronco e membros superiores apresentam dificuldades em realizar as funções estomatognáticas (respiração, mastigação, deglutição e fala)<sup>7-12</sup>. As queimaduras próximas a orifícios naturais apresentam maior risco de contaminação séptica<sup>8</sup>. Queimaduras de cabeça e pescoço causam, na maioria das vezes, danos provocados pela inalação de gases tóxicos, como monóxido de carbono e produtos de combustão, que são considerados irritantes, causando inflamação e edema da mucosa traqueobrônquica, com manifestações como rouquidão, estridor, dispnéia, broncoespasmo e escarro cinzento. Essas lesões costumam ser graves, piorando o prognóstico do paciente, e são responsáveis por elevar a mortalidade dos mesmos<sup>9</sup>.

O paciente que sofreu queimaduras e necessita de internação hospitalar encontra-se em uma fase de risco cercada de modificações metabólicas, que se caracterizam pela presença de acidose, perda de fluidos, mudanças no sistema endócrino, potencial para infecção e dor. Além desses fatores, são desencadeados momentos de desequilíbrio psicológico causados pela separação da família, afastamento do trabalho, mudanças corporais, despersonalização, dependência de cuidados, perda da autonomia e tensão constante<sup>10</sup>.

Estudos demonstram que a dor da queimadura está geralmente relacionada com atividades específicas, tais como limpeza da ferida, desbridamento, mudança de curativos e terapias de reabilitação<sup>11-30</sup>. Por isso, a dor poderá se manifestar com maior intensidade,

principalmente na primeira e na segunda fase da queimadura, momentos em que esses procedimentos devem ser realizados com maior frequência para que se obtenham resultados satisfatórios.

Ao observarmos pacientes com queimaduras de face e pescoço, constatamos que a retração e a perda de tecido causam limitações das expressões e sensações transmitidas<sup>12</sup>. Existe uma série de alterações funcionais comuns apresentadas por esses pacientes, como redução da abertura de boca, perda da mímica facial, alterações na mastigação, deglutição e fala devido às modificações das estruturas envolvidas. O principal objetivo do fonoaudiólogo é realizar um trabalho preventivo, precoce e de reabilitação das sequelas funcionais do sistema estomatognático e aparelho fonador. Tais alterações podem variar de acordo com o agente etiológico, estruturas envolvidas, profundidade e extensão da lesão<sup>9</sup>.

Destaca-se o fato de que o indivíduo necessita realizar funções que são inerentes ao ser humano e à sua qualidade de vida, como, por exemplo, o ato da mastigação. É necessário que o movimento mandibular esteja funcional para que seja possível fazer a incisão, trituração e pulverização dos alimentos, e se estas atividades não ocorrem de forma correta, provavelmente este indivíduo terá que limitar alguns alimentos de sua rotina.

O objetivo deste estudo foi conhecer detalhadamente o perfil dos pacientes com queimaduras de face e pescoço, pois se torna imperativo para que o profissional fonoaudiólogo possa colaborar com a equipe reabilitadora dessa população, realizando uma avaliação objetiva e estruturada das alterações esperadas, permitindo um atendimento eficaz.

## MÉTODO

Este é um estudo transversal, não comparado e contemporâneo, onde foram avaliados os pacientes portadores de queimaduras internados no Hospital de Pronto Socorro de Porto Alegre/RS na Unidade de Terapia Intensiva de Queimados (UTI). O desfecho foi o perfil fonoaudiológico dos pacientes avaliados. Para a pesquisa foi utilizado um protocolo adaptado, validado nacionalmente, no ano de 2003<sup>13</sup>, o qual foi aplicado próximo à alta hospitalar dos pacientes. A coleta de dados ocorreu no período de setembro a novembro de 2009.

Os critérios de inclusão foram pacientes acima de 18 anos, de ambos os gêneros, com queimaduras de cabeça e pescoço de 2º e 3º grau, internados no referido local e próximos à alta hospitalar. As variáveis referiram-se aos dados sociodemográficos coletados em prontuários (gênero, grau de queimadura, etiologia, uso de ventilação mecânica invasiva, traqueostomia, via de alimentação) e dados fonoaudiológicos dos pacientes. Os critérios de exclusão foram pacientes que não concordaram em assinar o termo de consentimento livre e esclarecido ou que apresentavam queimadura de 1º grau em maior extensão na face e no pescoço e/ou outras comorbidades associadas.

Na aferição das medidas de movimentação de pescoço utilizou-se o goniômetro marca Carci, adaptado com os critérios de normalidade sugeridos da *American Academy Orthopaedic Surgeons*, para medir os ângulos de extensão (0-50°), inclinação ou lateralização (0-55°) e rotação (0-55°)<sup>12,13</sup>.

Na avaliação de abertura de boca, a mensuração foi realizada com um paquímetro de plástico marca Tramontina, individual, e o mesmo foi descartado após o seu uso, obtendo como resposta eficiente o paciente que apresentou medidas entre 35 mm e 40 mm, sendo qualquer valor abaixo considerado reduzido<sup>13,14</sup>.

A mastigação foi analisada com a ingestão de alimento sólido (pão de queijo)<sup>15</sup>, classificada como: eficiente, quando o ato ocorreu sem esforço muscular e sem redução de movimentos mastigatórios; reduzida, quando houve presença de incoordenação ou limitação dos movimentos, dificuldade na manipulação do bolo alimentar e/ou presença de resíduos alimentares na boca após a deglutição. Avaliou-se a deglutição durante a ingestão de saliva e de alimento sólido, classificando-a como: normal, quando não houve dificuldades para deglutir os itens; reduzida, quando ocorreu movimento de cabeça associado<sup>16</sup>. Para avaliar a elevação laríngea foi utilizada a técnica dos quatro dedos<sup>17</sup>.

A movimentação mandibular foi analisada mediante a realização das atividades de lateralização e protrusão mandibular direita e esquerda e os valores normais foram de, no mínimo, 10 mm e 9 mm, respectivamente. Qualquer valor abaixo dos acima referidos foi considerado reduzido<sup>18</sup>.

Foi considerado como variável alterada a presença de esforço respiratório durante a avaliação da inspiração e expiração do paciente<sup>12-28</sup>.

A articulação da fala foi observada e analisada por meio da fala espontânea, levando em consideração a presença de fala reduzida ou lentificada, com possibilidade de distorções de fonemas, caso contrário, a articulação foi considerada normal<sup>18</sup>.

O tempo máximo de emissão tem como padrão de normalidade de 20 segundos para homens e 14 segundos para mulheres. Valores abaixo do esperado foram considerados alterados. A qualidade vocal do paciente foi observada durante a emissão da fala espontânea<sup>19</sup>. A voz foi caracterizada normal quando a atividade muscular, que serve para a produção vocal, ocorreu de forma harmônica e sem desconforto pelo falante<sup>19,20</sup>.

Na avaliação da mímica facial, aqueles que realizaram movimentos harmônicos e não apresentaram rigidez ou flacidez nos feixes musculares durante a palpação foram considerados normais<sup>8-13</sup>. Foram observadas a funcionalidade e a mobilidade dos terços superior (sobrancelhas, orbicular dos olhos), médio (orbicular dos lábios, zigomático, risório e abertura de boca) e inferior da face (movimentação do lábio inferior e do ângulo da boca).

A mobilidade de língua foi avaliada solicitando ao paciente que realizasse movimentos de: lateralização, sendo considerada eficiente quando a ponta da língua tocou a comissura labial do lado direito e esquerdo; depressão e elevação, eficiente quando a mesma tocou a borda externa do lábio inferior e superior; e protrusão, devendo a mesma ter passado a linha média dos lábios e dentes<sup>18</sup>.

Por fim, foi solicitado aos pacientes o limiar de dor durante a movimentação das estruturas da face e pescoço. Para este item, foi utilizada a Escala de Estimativa Numérica: 0: ausência de dor; 1-3: dor fraca; 4-6: moderada; 7-9: forte; 10: insuportável<sup>20,21</sup>.

Para a análise dos dados quantitativos utilizou-se o programa estatístico do Microsoft Office Excel 2007. A pesquisa foi de caráter qualitativo, quanto à análise do conteúdo das entrevistas, e quantitativo, quanto às variáveis numéricas do estudo.

Os entrevistados foram convidados a participar da pesquisa e somente foram avaliados após a aceitação e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, consentindo, desta forma, com a realização e divulgação desta pesquisa e seus resultados. Na aplicação do protocolo não houve qualquer intervenção terapêutica fonoaudiológica, e os dados coletados foram utilizados apenas para fins científicos. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética do Centro Universitário Metodista do IPA, sob o protocolo de número 189/2009, e pelo Comitê da Secretaria Municipal de Saúde de Porto Alegre, solicitado pelo Hospital Pronto Socorro de Porto Alegre, sob o registro de número 392, processo de número 001.040778.09.6.

## RESULTADOS

A amostra (Tabela 1) foi constituída por 10 pacientes, com média de idade de 44 anos (33 - 52 anos), com prevalência de 6 (60%) do gênero masculino. Em relação ao grau de queimadura, 5 (50%) pacientes tiveram lesões estabelecidas entre 2° e 3° grau, com média do tempo de internação de 61 dias (2 a 4 meses). Todos os pacientes possuíam mais de 30% da área corporal lesada, sendo caracterizados como grandes queimados. As etiologias mais frequentes foram álcool, elétrica e chama, totalizando 6 (60%) casos. Nenhum paciente fez uso de malha de tratamento e apenas 3 (30%) não realizaram cirurgias plásticas.

De acordo com os dados coletados em prontuário, o suporte nutricional por sonda nasogástrica foi utilizado por 5 (50%) pacientes e 4 (40%) receberam alimentação por via oral. Metade da amostra foi submetida ao uso de ventilação mecânica invasiva, no período de 3 a 6 dias, e 2 (20%) pacientes foram traqueostomizados.

Em relação aos achados fonoaudiológicos (Tabela 2), 100% (n=10) dos pacientes apresentaram resultados abaixo do padrão de normalidade nas atividades de movimentação de pescoço, movimentação mandibular, movimentação de língua e deglutição. Na observação da atividade muscular do terço superior da face, 7 (70%) pacientes apresentaram redução ao elevar e juntar as



sobrancelhas, e 4 (40%) não executaram a atividade de fechar os olhos fortemente. Na mobilidade do terço médio, 7 (70%) pacientes apresentaram redução na lateralização dos lábios, 5 (50%) no sorriso fechado e todos os pacientes apresentaram redução na execução do sorriso aberto e elevação do lábio superior. Ao medir o limiar de abertura de boca, 9 (90%) pacientes apresentaram redução e a média total foi de 25,3 mm. Ao avaliar o terço inferior, 9 (90%) pacientes apresentaram redução na elevação do lábio inferior, 8 (80%) redução em abaixar o ângulo do lado direito da boca e todos os pacientes tiveram dificuldade em abaixar o ângulo do lado esquerdo da boca.

Os dados fonoarticulatórios (Tabela 3) revelaram que 7 (70%) pacientes possuíam alteração vocal (voz rouca, soprosa, tensa e trêmula). Na avaliação do tempo máximo de emissão, homens e mulheres obtiveram a média reduzida de 10,67 segundos e 9,25 segundos, respectivamente. Analisando a articulação, foram encontradas alterações em 9 (90%) casos. Ao observar a inspiração e expiração, 7 (70%) pacientes apresentaram esforço respiratório.

Na pesquisa do limiar de dor durante a movimentação das estruturas da face e pescoço, 3 (30%) pacientes referenciaram dor durante a execução das atividades.

## DISCUSSÃO

As lesões por queimaduras acometem, em sua maioria, crianças menores de 14 anos<sup>1,2</sup>, entretanto este estudo investigou indivíduos maiores de 18 anos com queimaduras de face e pescoço.

O perfil de alimentação, pesquisado nos prontuários dos pacientes, mostrou maior prevalência na nutrição via sonda nasogástrica, estando de acordo com a literatura<sup>6,26</sup>, a qual mostrou que para o paciente com mais de 30% da área corporal lesada é indicada a nutrição enteral após 72 horas do trauma. Outro fator que pode contribuir para o uso da via de alimentação alternativa é a ventilação mecânica invasiva, este procedimento foi realizado em metade da amostra. A literatura revela que as alterações da deglutição advindas deste procedimento apresentam remissão após a segunda semana

**TABELA 1**  
Dados sociodemográficos (N= 10)

Variáveis	%
Gênero	
Feminino	40%
Masculino	60%
Etiologia	
Álcool	20%
Elétrica	20%
Escaldante	10%
Chamas	20%
Fogos de artifício	10%
Gasolina	10%
Suicídio com foqueira	10%
Grau de queimadura	
2°	30%
3°	20%
2°/3°	50%
Via de alimentação	
Sonda nasogástrica	50%
Sonda nasoentérica	10%
Via oral	40%
Ventilação mecânica	
Sim	50%
Não	50%
Traqueostomia	
Sim	20%
Não	80%
Suporte respiratório	
Sim (cânula nasal)	100%
Não	---

**TABELA 3**  
Dados fonoarticulatórios (N=10)

Variáveis	
Tipo Vocal	
Normal	30%
Rouca	20%
Soprosa	30%
Tensa	10%
Trêmula	10%
Esforço respiratório vocal	
Sim	70%
Não	30%
Articulação da fala	
Reduzido	90%
Eficiente	10%
Tempo de emissão máxima (segundos)	
Gênero masculino	
Média	10.67s
Mediana	8s
Padrão	20s
Gênero feminino	
Média	9.25s
Mediana	8s
Padrão	14s

**TABELA 2**  
**Achados fonoaudiológicos (N=10)**

<b>Movimentação do Pescoço</b>					
<b>Resultados (grau de movimentação)</b>					
	<b>Rotação Direita</b>	<b>Rotação Esquerda</b>	<b>Inclinação Direita</b>	<b>Inclinação Esquerda</b>	<b>Extensão</b>
<b>Média</b>	23	23,3	22,8	23,6	23,2
<b>Mediana</b>	31	30,5	30	31	29
<b>Padrão</b>	0-55°	0-55°	0-40°	0-40°	0-50°

<b>Movimentação Mandibular</b>			
<b>Resultados</b>			
	<b>Lado Direito (mm)</b>	<b>Lado Esquerdo (mm)</b>	<b>Protrusão</b>
<b>Média</b>	3,7	4	3,9
<b>Mediana</b>	4	5	4,5
<b>Padrão</b>	8	8	8

<b>Terço Superior da Face</b>			
<b>Resultados</b>			
	<b>Elevação de Sobrancelhas</b>	<b>Juntar Sobrancelhas</b>	<b>Fechar Olhos Fortemente</b>
<b>Ausente</b>	10%	10%	20%
<b>Reduzido</b>	70%	70%	40%
<b>Eficiente</b>	20%	20%	40%

<b>Terço Médio da Face</b>				
<b>Resultados</b>				
	<b>Lateralização do Lábio Direito</b>	<b>Lateralização do Lábio Esquerdo</b>	<b>Sorriso Fechado</b>	<b>Sorriso Aberto</b>
<b>Ausente</b>	30%	30%	—	—
<b>Reduzido</b>	70%	70%	50%	100%
<b>Eficiente</b>	—	—	50%	—

<b>Resultados</b>			
	<b>Elevador Lábio Superior</b>	<b>Elevador Lábio Inferior</b>	<b>Abertura Boca (mm)</b>
<b>Ausente</b>	—	—	25,3
<b>Reduzido</b>	100%	90%	25,5
<b>Eficiente</b>	—	10%	35

<b>Terço Inferior (atividade de protruir)</b>			
<b>Resultados</b>			
	<b>Lábio Inferior</b>	<b>Ângulo da Boca Direito</b>	<b>Ângulo da Boca Esquerdo</b>
<b>Ausente</b>	—	—	—
<b>Reduzido</b>	80%	90%	100%
<b>Eficiente</b>	20%	10%	—

de extubação. Este dado pode estar relacionado à melhora do controle motor e da sensibilidade oral após a retirada da intubação orotraqueal<sup>22,27</sup>.

Todos os pacientes apresentaram alterações de deglutição, sensibilidade, propriocepção e motricidade dos órgãos fonoarticulatórios. Devido ao fato dos pacientes terem sido avaliados no período próximo à alta hospitalar, esperava-se que tais achados não estivessem mais presentes, visto que os pacientes já estavam internados no período mínimo de 2 meses, e estavam há mais de 2 semanas extubados. Os achados de limitação de movimentos mandibulares, mastigatórios, de pescoço e dos terços superior, médio e inferior da face podem explicar as diversas reduções funcionais encontradas nos pacientes<sup>13,23</sup>.

A presença da retração tecidual já estabelecida na face e no pescoço dos pacientes com queimaduras parece ser a causa destes resultados, dando-lhes características de "fácies mumificadas"<sup>12,13</sup>.

Mais da metade dos pacientes apresentou alterações articulares. De acordo com a literatura<sup>13,30</sup>, constatou-se que o paciente com alteração nos movimentos de mastigação pode apresentar consequentemente alguma alteração na articulação, ocasionando ininteligibilidade na fala, mostrando uma relação direta de causa e efeito entre a mastigação e a articulação.

Observou-se ao pesquisar as características vocais dos pacientes, diminuição na média do tempo máximo de emissão, sendo predominante entre os homens. Apesar do resultado deste achado, não foi encontrada nenhuma referência na literatura.

Estiveram presentes rouquidão, tensão, soprosidade, tremor e esforço respiratório<sup>13-28</sup>. Essas alterações estão presentes na maioria dos casos de queimaduras que acometem vias aéreas superiores<sup>24</sup>. A inalação de gases tóxicos e superaquecidos pode causar lesões na mucosa da laringe, modificações vocais e no trato respiratório. A necessidade de intubação orotraqueal pode também modificar as características físicas das pregas vocais<sup>25,29</sup>, contudo, este achado não foi correlacionado neste estudo.

Os pacientes que participaram da pesquisa apresentavam em sua maioria feridas estabilizadas e estavam próximos à alta hospitalar. Desta forma, quando foi solicitado o limiar de dor de 0 a 10, grande parte dos pacientes referenciaram ausência de dor durante a solicitação dos estímulos<sup>13,20</sup>.

## CONCLUSÃO

Foi possível verificar que o perfil fonoaudiológico dos pacientes investigados encontrava-se alterado, conforme o esperado. Uma das principais justificativas para este resultado parece ter sido a presença de retração tecidual, que tem como consequência a limitação das funções orofaciais.

O reduzido número de estudos correlacionando os pacientes com queimaduras graves de face e pescoço com as funções

estomatognáticas foi um limitador de nossa pesquisa. Para mais conclusões será necessário aumentar o tamanho da amostra em futuros estudos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Nilton, obrigada por entender minhas ausências, aceitar as minhas trocas de lazer por reuniões de faculdade, compartilhar minhas lágrimas e sorrisos. Divido agora o mérito desta conquista, as alegrias de hoje também são suas, pois seu amor, estímulo e paciência foram o segredo desta vitória.

Agradeço ao meu Co-orientador, Luis Antonio Nasi, pelas portas que me abriu, e a mestre e orientadora Gabriela Vanin, por sua confiança, dedicação, persistência, pela maturidade de seus modos, seu jeito jovial, acessível, franco e em quem se encontre muito que imitar e pouco que corrigir.

Meus agradecimentos ao acadêmico de Medicina Roberto Pinto Ribeiro, por acreditar no meu desejo em querer avançar na Fonoaudiologia, dedicando horas dos seus dias para acompanhar e construir o desenvolvimento do deste trabalho.

Agradeço à Fga, professora, companheira, humana e experiente Lisiane Barbosa, por compartilhar esse momento ao meu lado, e ao Dr. João Wilney, por dedicar o tempo dos seus dias em observar e analisar o meu trabalho, em acreditar no meu desejo de querer oferecer o melhor de mim e da Fonoaudiologia para os pacientes e equipe profissional atuante no Hospital de Pronto Socorro/RS.

## REFERÊNCIAS

1. Programa criança segura na escola [ on line]. Curitiba, jun. 2007. Disponível em: <http://www.criancasegura.org> Acesso em: 15/03/2009
2. Freitas VL, Souza LMB. A fonoaudiologia nas queimaduras de face e pescoço. *RBPS*. 2005;18(2):105-9.
3. Fracanolli TS, Magalhães FL, Guimarães LM, Serra MCVF. Estudo transversal de 1273 pacientes internados no centro de tratamento de queimados do Hospital do Andaraí de 1997 a 2006. *Rev Soc Bras Queimaduras*. 2007;7(1):33-7.
4. World Health Organization. Injuries & violence prevention. Noncommunicable disease and mental health. Facts about injuries. Fact sheet. Disponível em: <http://www.who.int/violence-injury-prevention>. Acesso em: 24/09/2009
5. Nasi LA. Rotinas em Pronto Socorro. 2ª ed. Porto Alegre:Artmed;2005. p.566-9.
6. Russo AC. Tratamento das queimaduras. 2ª ed. São Paulo: Sarvier;1976.
7. Melo PED. Intervenção fonoaudiológica em pacientes queimados. Curitiba;2003.
8. Vale ECS. Primeiro atendimento em queimaduras: a abordagem do dermatologista. *An Bras Dermatol*. 2005;80(1):9-19.
9. Melo PED. Atendimento fonoaudiológico a pacientes queimados: alguns conceitos e formas de intervenção. In: Tavares S, org. Fonoaudiologia hospitalar. 1ª ed. São Paulo;2003. p.253-65. Disponível em: <http://www.fonoaudiologia.org.br/jornal/06/j6-3.htm>
10. Rossi LA, Camargo C, Santos CMNM, Barruffin RCP, Carvalho EC. A dor da queimadura: terrível para quem sente, estressante para quem cuida. *Rev Latino-Am Enfermagem*. 2000;8(3):18-26.

11. Artz CP, Moncrief JA, Pruitt BA. Queimaduras. Rio de Janeiro:Interamericana;1980.
12. Toledo P. Abordagem fonoaudiológica em sequela de queimadura de face e pescoço. São Paulo; 2001.
13. Toledo P. Conhecimentos essenciais para atender bem pacientes queimados. São José dos Campos:Pulso;2003.
14. Marcantonio E. Fratura do côndilo mandibular. In: Barros JJ, Souza LCM, eds. Traumatismo buco-maxilo-facial. 2ª ed. São Paulo:Roca;2000. p.231-64.
15. Muñoz GC, Silva C, Misaki JK, Gomes ICD, Rahal A. Análise dos potenciais elétricos do músculo masseter durante a mastigação de alimentos com rigidez variada. Rev CEFAC. 2004;6(2):127-34.
16. Marchesan IQ. Deglutição: diagnóstico e possibilidades terapêuticas. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan;1998. p.23-6.
17. Behlau M, Pontes P. Avaliação e tratamento das disfonias. São Paulo:Lovise;1995.
18. Garcia AR, Lacerda Jr P, Silva SL. Grau de disfunção da ATM e movimentos mandibulares em adultos jovens. Rev Assoc Paul Cir Dent. 1997;51(1):46-51.
19. Behlau M, Pontes P. Princípios de reabilitação vocal das disfonias. 2ª ed. São Paulo:EPPM;1990.
20. Sousa FF, Silva JA. A métrica da dor (dormetria): problemas teóricos e metodológicos. Revista Dor, 2005;6(1):469-513.
21. Logemann J. Evaluation and treatment of swallowing disorders. San Diego: College Hill Press;1983.
22. DeVita MA, Spierer-Rundback L. Swallowing disorders in patients with prolonged orotracheal intubation or tracheostomy tubes. Crit Care Med. 1990;18(12):1328-30.
23. Benicasa MM. Atuação fonoaudiológica nas disfagias por traumas de face. Disponível em: URL: [http://www.disfagia.anato.ufrj.br/coloquio\\_trab\\_sel\\_05.htm](http://www.disfagia.anato.ufrj.br/coloquio_trab_sel_05.htm). Acesso em 13/10/2009.
24. Barret JP, Desai MH, Herndon DN. Effect of tracheostomies on infection and airway complications in pediatric burn patients. Burns. 2000;26(2):190-3.
25. Souza CG, Pontes RT, Saads YL. Intervenção fonoaudiológica em pacientes queimados. In: Maciel E, Serra MC, eds. Tratado de queimaduras. São Paulo:Atheneu;2004; p.393-9.
26. Windle EM. Nutrition support in major burn injury: case analysis of dietetic activity, resource use and cost implications. J Hum Nutr Diet. 2008;21(2):165-73.
27. DuBose CM, Groher MG, Mann GC, Mozingo DW. Pattern of dysphagia recovery after thermal burn injury. J Burn Care Rehabil. 2005;26(3):233-7.
28. Nguyen LN, Nguyen TG. Characteristics and outcomes of multiple organ dysfunction syndrome among severe-burn patients. Burns. 2009;35(7):937-41.
29. Pfannenstiel TJ, Gal TJ, Hayes DK, Myers KV. Vocal fold immobility following burn intensive care. Otolaryngol Head Neck Surg. 2007;137(1):152-6.
30. Bianchini EMG. Relações das disfunções da articulação temporomandibular com a articulação da fala. Rev Dental Press Ortodon Ortop Maxilar. 2000;5(1):51-9.

---

Trabalho realizado no Hospital de Pronto Socorro de Porto Alegre (HPS), Porto Alegre, RS.

# Efeitos do laser terapêutico no processo de cicatrização das queimaduras: uma revisão bibliográfica

## *Effects of the therapeutic laser on the wound healing of burns: a bibliographic review*

Alexsandra G. de Andrade<sup>1</sup>, Cláudia F. de Lima<sup>2</sup>, Ana Karlla B. de Albuquerque<sup>3</sup>

### RESUMO

**Introdução:** O tratamento de queimaduras sempre foi um desafio, tanto pela sua gravidade, como pelas múltiplas complicações que normalmente ocorrem proporcionais ao tempo necessário para a cura da lesão. O laser terapêutico é uma luz monocromática e coerente que tem sido usada para induzir a cicatrização de feridas indolentes. **Objetivos:** O estudo tem como objetivo descrever os efeitos, o mecanismo de ação e parâmetros de aplicação do laser terapêutico na cicatrização de queimaduras. **Método:** Foi realizado um levantamento bibliográfico por meio de livros e publicações de periódicos indexados (MEDLINE, LILACS, SciELO, Portal Periódicos da CAPES) que enfoquem o tema em questão. **Resultados:** Essa revisão evidencia que o laser terapêutico acelera a proliferação das células reparativas e aumenta a organização do colágeno, porém há carência de estudos utilizando queimaduras como modelo experimental, falta de padronização dos parâmetros de aplicação e informação da profundidade da lesão. **Conclusão:** O laser terapêutico pode ser um recurso valioso no tratamento de queimados pela sua capacidade de induzir cicatrização rápida e organizada.

**DESCRITORES:** Lasers. Queimaduras. Cicatrização de feridas.

### ABSTRACT

**Background:** The treatment of burns has always been a challenge in terms of their seriousness, as the multiple complications that usually occur in proportion to the time needed to cure the lesion. The therapeutic laser is a monochromatic and coherent light that has been used to induce the healing of wounds indolent. **Objectives:** The study aims to describe the effects, the mechanism of action and application parameters of therapeutic laser on the healing of burns. **Methods:** A bibliographic survey was carried out through books and publications indexed journals (MEDLINE, LILACS, SciELO, CAPES) that address the issue in question. **Results:** This review shows that the laser therapy accelerates the proliferation of reparative cells and increases the organization of collagen, but there is a lack of studies using burns as an experimental model, lack of standardized criteria and application information on the depth of the lesion. **Conclusion:** Laser treatment can be a valuable resource in the treatment of burns by its ability to induce rapid healing and organized.

**KEY WORDS:** Lasers. Burns. Wound healing.

1. Fisioterapeuta formada pela Universidade Federal de Pernambuco; Residente em Saúde Coletiva pelo CPqAM- Fiocruz-Pernambuco.
2. Fisioterapeuta do Centro de Terapia de Queimados – Hospital da Restauração/PE; Professora do Curso de Fisioterapia da UNICAP.
3. Fisioterapeuta do Centro de Terapia de Queimados – Hospital da Restauração/PE; Especialista em Anatomia do Aparelho Locomotor.

**Correspondência:** Alexsandra Gomes de Andrade  
Rua Victor José Fernandes, 482 – Bairro Novo – Olinda, PE – CEP: 53030-090  
E-mail: xandinahg@hotmail.com  
Recebido em: 15/1/2010 • Aceito em: 5/3/2010

A queimadura é um dos traumas mais devastadores que pode atingir o homem, e considerada uma das causas frequentes de mortalidade e de graves incapacidades a longo prazo<sup>1</sup>. No Brasil, o trauma contribui com 57% do total de mortalidade na faixa etária de 0 a 19 anos e corresponde a 38% dos principais agravos atendidos no sistema de saúde<sup>2</sup>. Sabe-se que cerca de 1.000.000 de casos de queimaduras ocorrem ao ano, dos quais 100.000 pacientes procurarão atendimento hospitalar e 2.500 irão a óbito em decorrência de suas lesões<sup>1</sup>. Estima-se uma taxa de mortalidade entre 0,86% a 34,4%, sendo que a maior parte ocorre por infecção e o período de internação é, em média, de 1 a 266 dias<sup>3</sup>. Segundo Linde<sup>4</sup>, o tempo necessário para a cura da queimadura é um dos principais determinantes para o desenvolvimento de complicações.

O tratamento de queimaduras sempre foi um desafio, tanto pela sua gravidade, como pela multiplicidade de complicações que normalmente ocorrem. A cura da queimadura implica não somente em cirurgias de enxertia de pele precoces, mas também em controlar e orientar a regeneração cicatricial, que tende a ocorrer de forma anárquica e com potencial de sequelas e infecções<sup>5,6</sup>.

As falhas mais importantes do reparo ocorrem em estágios iniciais, levando à diminuição dos elementos celulares e alterações na síntese de colágeno. Diversos fatores locais e sistêmicos interferem e retardam a cicatrização e, por isso, a reparação tecidual tem merecido atenção em vários estudos, em busca de métodos terapêuticos que possam solucionar ou minimizar as falhas no processo<sup>7</sup>.

Entre os vários recursos utilizados, o laser de baixa potência vem ganhando destaque nas últimas décadas. O laser terapêutico ou terapia por laser de baixa potência é uma forma de fototerapia que envolve a aplicação de luz monocromática e coerente de baixa energia em vários tipos de lesões, obtendo sucesso quando usada para induzir a cicatrização de feridas difíceis<sup>8</sup>. Seu êxito deve-se a amplos efeitos sobre os diferentes tecidos, entre os quais se destacam os efeitos trófico-regenerativos, antiinflamatórios e analgésicos, os quais têm sido demonstrados em estudos tanto *in vitro* como *in vivo*<sup>7</sup>.

Considerando-se os agravantes mencionados e a preocupação de verificar a aplicabilidade clínica deste recurso, esse artigo pretende, por meio da revisão de literatura, descrever os efeitos, o mecanismo de ação, parâmetros mais adequados e possíveis benefícios do uso do laser terapêutico na cicatrização de queimaduras.

## QUEIMADURAS

A queimadura é uma lesão dos tecidos orgânicos em decorrência de um trauma de origem térmica, que varia desde uma pequena bolha até formas graves, capazes de desencadear respostas sistêmicas proporcionais à extensão e à profundidade<sup>9</sup>. São lesões que podem levar à desfiguração, à incapacidade e até à morte<sup>10</sup>.

Existem várias formas de classificação de uma lesão por queimadura, dentre elas a que se baseia na profundidade da pele

prejudicada, o que determinará o tratamento e prognóstico do paciente<sup>11,12</sup>. Essas lesões são denominadas como superficiais (antes referidas como 1º grau), de espessura parcial (conhecidas como de 2º grau) ou de espessura total (referidas como de 3º grau)<sup>4</sup>.

As queimaduras superficiais afetam apenas a epiderme, apresentando-se hiperemiadas, edematosas e dolorosas, resolvendo-se dentro 5 a 7 dias. As queimaduras de espessura parcial podem ser superficiais ou profundas. As superficiais cicatrizam em 14 a 21 dias, acometem a derme e sua camada superior (derme papilar) apresentando bolhas, umidade e dor acentuada, deixando mínimo tecido cicatricial. As queimaduras profundas de espessura parcial acometem quase toda a espessura da derme, apresentando coloração pálida e menos dor. O tempo necessário para cicatrização pode ser de três a seis semanas ou mais, e tais queimaduras deixarão um tecido cicatricial que pode hipertrofiar-se e contrair-se. Nas queimaduras de espessura total, a lesão acomete toda espessura da pele e, em alguns casos, se estende ao tecido subcutâneo, músculo e osso. São de aspecto esbranquiçado e rígido e, por não haver elementos dérmicos para regeneração, só cicatrizam com enxerto<sup>4,11</sup>.

A verdadeira profundidade da queimadura pode não ser precisa ou facilmente determinada no primeiro dia. Durante sua evolução, uma infecção ou uma instabilidade hemodinâmica podem aprofundar a lesão. O próprio processo de reposição volêmica produz vários radicais livres que levam os danos adicionais aos tecidos<sup>13</sup>, isto permite que uma lesão de espessura parcial superficial evolua para espessura total depois de 72 h da lesão<sup>14</sup>.

## PROCESSO DE CICATRIZAÇÃO

Quando a integridade da pele é alterada, inicia-se a cicatrização, que é um processo complexo, envolvendo a interação entre células estromais e circulatórias que são ativadas por um conjunto de mediadores químicos, fragmentos de células e matriz celular, microorganismos e alterações físico-químicas do microambiente da lesão e áreas circunjacentes. É didaticamente dividido em três fases, interdependentes e sobrepostas dinamicamente no tempo<sup>15</sup>.

A fase inflamatória ou exsudativa inicia-se logo após a lesão, com formação de rede de fibrina e migração de neutrófilos, linfócitos e, mais tardiamente, os macrófagos, tendo como objetivo remover tecidos desvitalizados. A fase proliferativa é dividida em três subfases e é responsável pela formação do tecido de granulação. A primeira subfase é a reepitelização que ocorre pela migração de queratinócitos das bordas e anexos remanescentes; a segunda é a fibroplasia, na qual ocorre proliferação de fibroblastos e produção de colágeno, elastina e outras proteínas; a terceira é a angiogênese que ocorre paralelamente à fibroplasia, onde os novos vasos darão suporte à formação da nova matriz<sup>16</sup>. Nessa fase, tem início o fenômeno de contração realizado pelos miofibroblastos, reduzindo de 0,60 a 0,75 mm por dia a área da ferida<sup>17</sup>. A última fase é a de maturação ou remodelação, onde ocorre a substituição do colágeno tipo 3

pelo tipo I, absorção de água, diminuição do número de vasos, que pode levar de 6 meses a 2 anos<sup>15,16,18</sup>.

Com base na natureza da ferida e quantidade de tecido lesado, as lesões cutâneas podem ter uma cicatrização por primeira ou por segunda intenção<sup>19,20</sup>. A cicatrização por primeira intenção ocorre por aproximação das bordas, com menor quantidade de colágeno e reduzido tempo de recuperação<sup>19,21</sup>. Em lesões cutâneas por queimadura, a extensão da perda cutânea dificulta ou mesmo impossibilita a aproximação das bordas, ocorrendo a cicatrização por segunda intenção, que é um processo mais lento, com alto risco de infecção, produzindo retração cicatricial, cicatrizes extensas e alto custo de tratamento<sup>17</sup>.

Diversos fatores locais e sistêmicos podem atrasar ou impedir a cicatrização, como: suporte nutricional inadequado, déficit na oxigenação tecidual, infecção, necrose, ambiente seco, tamanho da ferida, idade do paciente e imunossupressão<sup>19</sup>. Qualquer alteração no processo de reparo leva à cicatrização patológica, que pode ser agrupada de forma geral em: formação deficiente de tecido cicatricial, formação excessiva (cicatriz hipertrófica e quelóide) e a formação de contraturas<sup>20</sup>.

## LASER TERAPÊUTICO

O termo laser é um acrônimo para *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, que significa amplificação da luz por emissão estimulada da radiação. Embora tenha sido Albert Einstein quem concebeu os princípios da geração deste tipo de luz, somente em 1960 foi produzido o primeiro emissor de laser<sup>22,24</sup>.

Os primeiros lasers foram rapidamente introduzidos na Medicina, particularmente na cirurgia, utilizando-se de suas propriedades fototérmicas e fotoablativas por serem de alta potência<sup>22</sup>. Posteriormente foi possível observar efeitos não térmicos benéficos quando aplicado em baixa intensidade<sup>23</sup>.

Os primeiros trabalhos com laser de baixa intensidade foram conduzidos pelo professor Mester<sup>1</sup>, que observou que o laser é capaz de modular processos biológicos, em particular, estimular processo de regeneração tecidual<sup>25</sup>.

Essa luz terapêutica corresponde a uma pequena porção do espectro que compreende os comprimentos de onda do visível ao infravermelho próximo (330 a 1100 nm), potência menor que 500 mW e dosagens menores que 35 J/cm<sup>2,24,26,27</sup>.

A modalidade tem encontrado crescente aplicação por fisioterapeutas, dentistas e acupunturistas. Os lasers utilizados por fisioterapeutas são os de Hélio-Neônio (He-Ne), Arseneto de Gálio (AsGa), Alumínio-Gálio-Índio-Fósforo (AlGaInP) e Arseneto-Gálio-Alumínio (AsGaAl), conhecidos como lasers terapêuticos, lasers de baixa intensidade ou de baixa potência<sup>28</sup>.

## Mecanismos de ação fotobiológica

A efetividade do laser se deve em grande parte à sua diferença da luz ordinária em características como a monocromaticidade, coerência e colimação. A monocromaticidade indica que a radiação é constituída por fótons com um único comprimento de onda e, portanto uma só cor, esta característica determina quais biomoléculas absorverão a radiação incidente. A colimação significa que os raios são todos paralelos, o que mantém a potência agrupada numa área pequena e percorre grandes distâncias. As depressões e picos das ondas de luz emitidas combinam-se perfeitamente no tempo e no espaço, isto determina a coerência do laser<sup>22,23</sup>.

Segundo Low & Reed<sup>23</sup>, a colimação e a coerência diminuem e se perdem nos primeiros extratos da pele, não sendo importantes para a ação biológica.

Enquanto nos lasers de alta potência os efeitos são fototérmicos; em lasers de baixa intensidade ocorre a conversão fotoquímica da energia absorvida por fotorreceptores específicos. Os cromóforos ou fotorreceptores são quaisquer tipos de moléculas (enzimas, membranas, substâncias) que apresentam uma configuração atômica capaz de ser excitada pela incidência de fótons específicos. A melanina, porfirina, hemoglobina e citocromo c oxidase são exemplos de fotorreceptores<sup>29</sup>.

As respostas das células à radiação visível e infravermelha próxima ocorrem devido às mudanças físicas e químicas destes fotorreceptores que, ao absorverem a luz, assumem estado eletrônico excitado que desencadeia quatro ações primárias:

- mudanças do estado redox e aceleração da transferência de elétrons;
- alterações estruturais e da atividade bioquímica pelo aquecimento transitório dos cromóforos;
- aumento da produção de superóxido;
- geração de oxigênio molecular.

Na sequência, os mecanismos secundários de ação consequentes às reações físicas e químicas iniciadas, correspondem à transdução do fotossinal e amplificação ao núcleo das células irradiadas, sendo conectadas às alterações dos parâmetros da homeostasia celular (pH, Ca, AMPc, ATP e outros), que acontecem horas e até dias após irradiação<sup>24,29</sup>. Campos<sup>30</sup> afirma que a ação do laser HeNe no organismo permanece por 41 dias após a aplicação. Isso leva a possíveis mudanças na taxa de síntese de RNA e DNA, alteração nas taxas de consumo de oxigênio, regulação do potencial de membrana e aumento da síntese de ATP<sup>24</sup>.

Para possuir este papel fotobiorregulador, o fotorreceptor deve ser estrutura chave do caminho metabólico, sendo o citocromo c oxidase – uma proteína que catalisa a etapa final do transporte de elétrons nas mitocôndrias – o principal cromóforo das células vias<sup>29</sup>. Diversas obras demonstram que as mitocôndrias são sensíveis

à irradiação monocromática visível e infravermelha<sup>31,32</sup>. Campbell<sup>33</sup> afirma que todas as células possuem citocromos, permitindo que o laser estimule todas elas. Segundo Parizzoto<sup>34</sup>, ainda existe uma outra via de ação, por meio de fotorreceptores secundários que, diferentemente do citocromo c oxidase (fotorreceptor primário), absorvem a energia por intermédio do campo eletromagnético, havendo uma espécie de ressonância desses campos com as biomoléculas, alterando cargas específicas de membranas e proteínas. Sua hipótese é que o colágeno seria um destes fotorreceptores secundários devido as suas propriedades de piezoelectricidade e piroelectricidade que consistem na geração de cargas elétricas quando submetido à pressão e calor, ou vice-versa, respectivamente<sup>34</sup>.

Outros autores ainda referem efeitos bioquímicos, que seriam a liberação de substâncias pré-formadas como histamina, serotonina e bradicinina ou até mesmo interferir na produção de certas substâncias como prostaglandinas e endorfinas. Essa seria a explicação para os efeitos antiinflamatórios e analgésicos do laser terapêutico<sup>28</sup>.

### Efeitos do laser terapêutico no processo de cicatrização das queimaduras

Há evidências na literatura que o laser terapêutico acelera a reparação tecidual<sup>35-39</sup>.

Dentre os protocolos experimentais utilizados, estão a cultura de células e tecidos, que referem um aumento na proliferação de vários tipos celulares, incluindo fibroblastos, células endoteliais e queratinócitos<sup>27,31,40</sup>.

A maioria dos estudos sobre a ação do laser no reparo tecidual foi realizada em modelos animais. Utilizando pele ou tendões, a fotobiomodulação no processo cicatricial é frequentemente analisada do ponto de vista da contração da ferida, por meio da mensuração de área ou diâmetros e eventualmente outras variáveis, como estudo histológico dos vários tipos celulares, contagem de vasos e organização das fibras colágenas<sup>27,34</sup>. A maior parte dos investigadores emprega o rato, que não é o ideal, devido à pouca similaridade com a pele humana<sup>39</sup>.

São poucas as investigações que utilizaram modelo humano, sendo conduzidas com poucos casos e de modo pobremente controlado. Entretanto, as mesmas conclusões reportadas em estudos *in vitro* e em animais são sugeridas pelos estudos em humanos<sup>25,41</sup>.

Em seus estudos *in vivo*, os pesquisadores produzem feridas cirúrgicas, tenectomias e queimaduras para serem submetidas à radiação laser<sup>34,38,42</sup>. As investigações com queimaduras são poucas e contraditórias, talvez pela dificuldade em padronizar as lesões produzidas, utilizar pacientes, e diferenças do microambiente de feridas cirúrgicas e queimaduras<sup>27,42</sup>.

Alguns desses trabalhos indicam que o laser terapêutico não acelera a cicatrização de queimaduras, sugerindo que a fisiopatologia da cicatrização delas é caracterizada por reações inflamatórias

que levam à rápida formação de edema e necrose do tecido, o que não permite a fotoestimulação de células remanescentes<sup>42</sup>. O contrário é provado por estudos histológicos que revelam não existir diferenças no processo de cicatrização de queimaduras e outros tipos de feridas<sup>43</sup>.

A seguir, serão relacionados e comentados os principais efeitos do laser terapêutico em cada fase do processo cicatricial, relatados em artigos de revisão e em estudos experimentais com cultura de células, feridas cirúrgicas e queimaduras, relacionando-os às principais dificuldades na cicatrização de queimaduras e os possíveis benefícios.

### A fase inflamatória da cicatrização e os efeitos da aplicação do laser terapêutico

A inflamação é a fundamental para processo de reparo<sup>21</sup>. As células desta fase têm papel importante na liberação de enzimas e produtos de oxigênio, facilitando a limpeza dos detritos teciduais e bactérias<sup>44</sup>. Entre as condições relacionadas à cicatrização anormal estão a inflamação prolongada, o trauma repetitivo e a infecção<sup>45</sup>.

Corazza<sup>26</sup> observou que animais irradiados com laser na dosagem de 5 j/cm<sup>2</sup> apresentavam redução das células inflamatórias nos primeiros 3 dias, configurando uma modulação do processo inflamatório. Segundo Campos<sup>30</sup>, o laser He-Ne é capaz de aumentar o número e a atividade dos polimorfonucleares sobre bactérias e promover maior fagocitose sobre os detritos teciduais. Sugere-se que a fotomodulação corresponde a um aumento inicial do número das células inflamatórias, removendo rapidamente o excesso de detritos e, posteriormente, a redução do número destas células, dinamizando a produção de fatores de crescimento para as fases seguintes<sup>26</sup>.

Relata-se que a lesão térmica aumenta a produção de espécies reativas de oxigênio e que atuam como fator perpetuante da resposta inflamatória<sup>13,46</sup>. Embora sejam fundamentais para sinalização e ativação das células de reparo e da síntese protéica, a concentração excessiva dessas moléculas promove elevada ação inflamatória<sup>15</sup>. Na queimadura, os radicais livres são produzidos durante a reposição de fluidos, e pela resposta a estímulos como bactérias e fragmentos teciduais que inicia uma sequência de fagocitoses, realizadas principalmente pelos neutrófilos, a qual é dependente de oxigênio<sup>13</sup>.

Campos<sup>30</sup> afirma que o laser terapêutico tem efeito antioxidante, através da estimulação da enzima Superóxido Dismutase (SOD), principal componente antioxidante do sistema endógeno.

Karu<sup>29</sup> relata em seus estudos que um dos possíveis mecanismos de ação do laser de baixa potência é o aumento do radical superóxido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) e peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), que conduzem a regulação do metabolismo celular, em equilíbrio com muitas enzimas antioxidantes. Em seus experimentos ele demonstra o efeito biomodulador do laser ao verificar que não só a produção



do radical superóxido foi aumentada, mas também a atividade da enzima catalase (antioxidante) levando ao aumento da síntese protéica em cultura de células de levedura.

Após aplicar laser He-Ne usando a dosagem de 1J em lesões de espessura parcial de coelhos, Araújo et al.<sup>35</sup> observaram o desaparecimento precoce dos neutrófilos e de necrose ao 5º dia de cicatrização, além de um maior número de macrófagos e discreto edema intersticial. Para Mandelbaum et al.<sup>16</sup>, o macrófago é a célula inflamatória mais importante, pois direciona a formação do tecido de granulação pela liberação de fatores de crescimento. A presença marcante desta célula no sítio inflamatório indica o início da fase proliferativa<sup>18</sup>. Ao analisar histologicamente as queimaduras dos ratos submetidos a laser de 670 nm, Lange et al.<sup>47</sup> corroboram os achados de Araújo et al.<sup>35</sup> e afirmam que o laser auxilia a formação e o aparecimento dos linfócitos e macrófagos, diminuindo o edema e o número de neutrófilos após algum tempo de aplicação.

Segundo Baum & Arpey<sup>44</sup>, o fibrinogênio presente no exsudato inflamatório converte-se em fibrina, e esta, quando em excesso, impede a migração dos fibroblastos e deposição de matriz. O acúmulo de líquido inflamatório é, portanto, indesejável, haja vista que limita a capacidade das células reparativas migrarem para dentro da ferida, aumentando o risco de infecção<sup>48</sup>.

É atribuída ao laser terapêutico a capacidade de reduzir a intensidade do infiltrado inflamatório (edema)<sup>37,38</sup>. Paim et al.<sup>49</sup> avaliaram a ação do laser AsGa aplicado sobre enxertos autólogos de pele em feridas carpometacarpianas de cães. Os autores observaram ocorrência reduzida de exsudato e edema, o que favoreceu uma "pega" precoce dos enxertos irradiados. Marcon & André<sup>38</sup> concluíram que a laserterapia através de diodo AlGalP (a 3, 6 ou 9j/cm<sup>2</sup> diariamente) provocou a ausência de sinais de infecção ou inflamação acentuada, o que, segundo os autores, determinou a aceleração do processo cicatricial das feridas irradiadas em comparação ao grupo controle.

Sabe-se que a sepse ainda é uma das principais causas de óbito no queimado<sup>50</sup>. A literatura relata que a luz laser pode inibir o crescimento de bactérias em feridas<sup>42,51,52</sup>. Para Desimone et al.<sup>51</sup>, é necessária a fotossensibilização prévia das bactérias com corantes específicos para que a irradiação laser provoque a destruição dos microorganismos. Em seu estudo, ao irradiar culturas de *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*, não previamente coradas, não ocorreu a inibição do crescimento dos microorganismos nas zonas irradiadas. Por outro lado, Bayat et al.<sup>52</sup> (2006) relatam que os mesmos microorganismos cresceram em mais de 50% das amostras obtidas de seu grupo controle, enquanto nenhuma das amostras do grupo tratado a laser apresentou as bactérias. Neste estudo, os autores não utilizaram corantes específicos e compararam as queimaduras tratadas a laser com um grupo não-tratado e outro exclusivamente tratado com bactericida tóxico.

## A fase proliferativa da cicatrização e os efeitos da aplicação do laser terapêutico

Vários estudos indicam que a luz laser promove aumento da proliferação fibroblástica e aceleração da epitelização em feridas<sup>35-37,53</sup>. Ressalta-se que antissépticos como o povidine iodine, utilizados nas balneoterapias, são potentes tóxicos aos fibroblastos e linfócitos humanos, dificultando a sua proliferação e migração durante a cicatrização das queimaduras<sup>54</sup>.

Rocha Júnior et al.<sup>37</sup> investigaram o comportamento de feridas cutâneas produzidas em ratos quando submetidas a laserterapia, observando o aumento significativo na proliferação fibroblástica. Araújo et al.<sup>35</sup>, em estudo semelhante conduzido em feridas de espessura parcial, corroboram os achados dos autores anteriores, onde a derme irradiada continha alto número de fibroblastos, e nestes, encontraram-se uma amostra maior de vesículas de colágeno em seu citoplasma e retículos endoplasmáticos bem desenvolvidos, indicando maior atividade em comparação ao grupo controle.

A reepitelização e fibroplasia requer a proliferação e migração das células<sup>44</sup>. Analisando o efeito das diferentes doses do laser He-Ne sobre cultura de fibroblastos humanos, Hawkins et al.<sup>53</sup> verificaram que as menores doses utilizadas (2,5 e 5 j/cm<sup>2</sup>) estimularam a proliferação e migração, enquanto as altas doses (16 j/cm<sup>2</sup>) inibiram as células. Sobre a proliferação e migração das células, Hu et al.<sup>31</sup> utilizaram como modelo cultura de células de melanoma humano. A aplicação do laser He-Ne induziu um aumento na proliferação destas células após três dias, mas não alterou a migração.

Meirelles<sup>55</sup> comparando o efeito dos lasers de 660 nm e 780 nm em queimaduras de ratos obtiveram maior pavimentação epitelial em todos os grupos irradiados, afirmando ser o laser um recurso eficaz para estimular o reparo das queimaduras. Schlager et al.<sup>56</sup>, apesar de não confirmarem a efetividade do laser terapêutico em acelerar o reparo de queimaduras, ressaltam que, macroscopicamente, a epitelização do grupo irradiado demonstrou leve aceleração da epitelização comparado ao grupo controle.

Para a eficiência da fibroplasia é necessário ocorrer a formação paralela dos vasos<sup>15</sup>. Em seus trabalhos pioneiros com feridas de diversas etiologias em humanos, Mester et al.<sup>25</sup> demonstraram que o desenvolvimento dos vasos sanguíneos foi significativamente influenciado pelo laser de baixa potência. Recente estudo de Schindl et al.<sup>40</sup> revelou aumento da proliferação de células endoteliais de veia umbilical humana após irradiação com laser diodo de 670 nm a 2 e 8 j/cm<sup>2</sup>. Paim et al.<sup>49</sup> e Bossini<sup>24</sup>, baseados no princípio da radiação laser possuir a capacidade de promover a angiogênese e aumento do fluxo sanguíneo, investigaram este recurso na viabilidade de retalhos cutâneos. Seus achados demonstraram que a terapia realmente aumentou o número de vasos e a integração dos retalhos cutâneos foi favorecida.

Há indicações que o laser estimule a transformação precoce de fibroblastos em miofibroblastos<sup>8,27</sup>, o que é de grande valor

para o paciente queimado, uma vez que no processo cicatricial a contração, devido à extensa perda tecidual, torna-se prolongada<sup>18</sup>.

Araújo et al.<sup>35</sup>, utilizando feridas cirúrgicas no dorso de ratos, analisaram o padrão histológico das feridas ao 8º, 15º e 20º dias. Observou-se que o número de miofibroblastos aumentou gradativamente no grupo controle ao longo do período analisado, enquanto na derme irradiada a população de miofibroblastos foi significativamente maior no início e muito inferior no 22º dia. Os autores consideraram que as feridas irradiadas fecharam mais rapidamente devido ao aumento da contração promovida pelos miofibroblastos no estágio precoce da cicatrização.

Alguns estudos lançaram mão da mensuração da área cruenta para avaliar a magnitude do processo de contração<sup>36,41,56,57</sup>. Hopkins et al.<sup>41</sup> avaliaram as alterações na área de feridas experimentais de humanos tratadas a laser diodo 820 nm a 8 j/cm<sup>2</sup>. Verificaram, já no 6º dia, que as feridas irradiadas demonstraram redução da área 153% maior que o grupo não-irradiado.

Segundo Lomely Mejía<sup>36</sup>, foi possível reduzir em 40% o tempo de resolução das feridas submetidas a terapia laser. Em contraste, Schlager et al.<sup>56,57</sup>, usando laser diodo 635, 690 e 670 nm, não encontraram diferenças significativas mensuráveis ou visíveis quanto ao fechamento de queimaduras.

### **A fase de remodelação da cicatriz e os efeitos da aplicação do laser terapêutico**

Segundo alguns experimentos analisados, a aplicação precoce do laser terapêutico sobre as feridas mostrou-se capaz não só de acelerar o fechamento das mesmas, provocando efeitos na fase inflamatória e proliferativa, mas de estimular um processo cicatricial mais harmônico e organizado, produzindo efeitos posteriores sobre o aspecto estético da cicatriz<sup>48,5-60</sup>.

Tatarunas et al.<sup>48</sup> compararam as alterações histológicas em lesões cutâneas cirúrgicas em dois grupos de gatas após tratamento com laser AsGa a 2 e 4 j/cm<sup>2</sup> e em um grupo controle. As fibras colágenas mostravam maior tendência à organização, orientadas paralelamente à epiderme em comparação ao controle. As cicatrizes das gatas irradiadas apresentaram maior resistência tênsil. É aceito que a maior organização das fibras de colágeno aumenta a força tênsil da cicatriz.

Visando estudar a influência do laser de baixa intensidade sobre fibras colágenas e elásticas, Pugliese et al.<sup>58</sup> procederam à análise das secções teciduais por meio dos corantes sírius vermelho, que reage especificamente com o colágeno, e orceína, para fibras elásticas. Foi revelado, durante processo cicatricial dos grupos tratados, um padrão de organização mais evidente, com fibras mais unidas e, por isso, coradas de modo mais intenso e não esparsamente distribuídas como no grupo não tratado. O laser também contribuiu para uma discreta expressão das fibras elásticas na fase inicial.

Para uma melhor análise da participação das fibras colágenas na cicatrização, alguns trabalhos utilizaram tendões como modelo experimental<sup>59,60</sup>. Arruda et al.<sup>59</sup>, utilizando laser AlGaInP no tratamento de lesões tendíneas de ratas, relatam a eficácia do laser em promover melhor grau de organização das fibras colágenas ao longo do eixo longitudinal. Elwakil<sup>60</sup> analisou histologicamente e biomecanicamente tendões de Aquiles seccionados e, em seguida, suturados, submetidos a fotobiomodulação por laser HeNe. Os tendões fotoestimulados mostraram alterações fibroproliferativas bem organizadas, com faixas de colágeno adequadamente alinhadas e melhores resultados biomecânicos quanto a força, deformação a carga e alongamento, enquanto nos tendões controle as bandas de colágeno mostravam-se mal alinhadas e em formas bizarras.

### **DOSAGEM E PARÂMETROS DE IRRADIAÇÃO**

A interação do laser com o tecido vivo depende do comprimento de onda, do nível de energia depositado, frequência de tratamento e estado do tecido irradiado<sup>24</sup>.

Os pesquisadores da área acreditam que as células do processo cicatricial respondem a lasers que atuam na faixa espectral vermelho, principalmente no estímulo angiogênico. Araújo et al.<sup>35</sup>, Lange et al.<sup>47</sup>, Corrêa et al.<sup>61</sup>, Carvalho et al.<sup>7</sup>, Mello et al.<sup>39</sup> e Bossini<sup>24</sup> confirmaram esta hipótese em seus experimentos. Em contrapartida, Bayat et al.<sup>42</sup> (2005) e Schlager et al.<sup>56,57</sup>, ao utilizarem lasers terapêuticos para bioestimular a cicatrização de queimaduras em ratos, não observaram alterações significativas no comportamento das células envolvidas no processo cicatricial e na velocidade de fechamento das lesões.

Paim et al.<sup>49</sup>, Marcon & André<sup>38</sup> e Rocha Júnior et al.<sup>37</sup> relataram efeitos positivos da aplicação de luz infravermelha em feridas, como diminuição do infiltrado inflamatório, aumento da vascularização e proliferação fibroblástica. Segundo Arruda et al.<sup>59</sup>, a radiação visível tem uma via mitocondrial e a invisível tem uma ação sobre cromóforos da membrana, o que os levaram a pesquisar a possibilidade de utilizar ambas as vias de estimulação e obter melhores efeitos. Utilizando lasers de 670 nm e 904 nm de modo individual e associado confirmou suas hipóteses observando uma organização das fibras colágenas significativamente melhor nos tendões irradiados com os dois comprimentos de onda.

Segundo Karu<sup>29</sup>, o citocromo c oxidase é o fotorreceptor chave que responde à estimulação de luz no espectro vermelho e infravermelho próximo. Silveira et al.<sup>32</sup> discordam de tal afirmação e demonstraram, utilizando laser AsGa 904nm em lesões cutâneas, que atividade do citocromo c oxidase responde de maneira similar à luz infravermelha.

Apesar dos relatos sobre a especificidade de absorção das biomoléculas, verifica-se uma ampla janela biológica de absorção de luz nos tecidos diante da aplicação das luzes terapêuticas, permitindo a ação biomoduladora em várias faixas do espectro com magnitudes

diferentes. Como exemplo, as células sanguíneas possuem uma ampla absorção da luz, determinando picos em algumas faixas de comprimentos de ondas, o que garante uma extensão da fotomodulação na janela biológica<sup>26</sup>.

Dentro de um comprimento de onda específico os efeitos são dose-dependentes. Alguns autores acreditam que exista uma janela terapêutica para fotoestimulação efetiva acima de um valor limiar, porém abaixo de um valor que ocasione uma fotoinibição. Esse conceito é descrito como lei Arnoldt-Schultz, que prediz a existência de um efeito dose-dependente representado por uma curva fluência *versus* resposta biológica<sup>22,23</sup>.

A fluência recomendada para promover a reparação tecidual está entre 1 e 5 j/cm<sup>2</sup> e doses acima provocariam efeitos inibitórios ou não satisfatórios<sup>22</sup>. A maioria dos artigos analisados seguiu este protocolo<sup>7,31,35,37,42,47,48,56,57,61</sup>. Pugliese et al.<sup>58</sup> observaram a influência do laser AsGaAl na biomodulação de fibras elásticas e colágenas comparando a utilização da fluências de 4 e 8 j/cm<sup>2</sup> e um grupo controle, os efeitos de 4 j/cm<sup>2</sup> sobre a deposição e organização das fibras foi superior ao de 8j/cm<sup>2</sup>. Tatarunas et al.<sup>48</sup>, comparando as dosagens de 2 e 4 j/cm<sup>2</sup> na cicatrização de feridas cirúrgicas de gatas, obtiveram resultados mais vantajosos com 2 j/cm<sup>2</sup>.

Contrariando os achados que apontavam para uma provável janela terapêutica do laser com fluência abaixo de 5j/cm<sup>2</sup>, Hopkins et al.<sup>41</sup> avaliaram alterações em feridas de espessura parcial de

humanos com laser de 820 nm utilizando 8 j/cm<sup>2</sup>. Ao realizarem duas abrasões de pele no mesmo membro, houve sucesso da ferida estimulada e também daquela não irradiada. Isto fez os autores acreditarem no efeito sistêmico do laser.

Mester et al.<sup>25</sup>, em seus estudos pioneiros, já relatam que não há necessidade de se irradiar toda a superfície da úlcera, pois a radiação promove efeitos em lugares distantes, por meio da liberação de fatores de crescimento criados no local irradiado que caem na circulação. Esta modalidade pode ser de grande benefício no tratamento de lesões grandes ou de múltiplas localizações como no grande queimado.

Quanto à frequência do tratamento ideal, não se há determinação na literatura, de modo que existem relatos de experimentos com aplicação diária até aplicações alternadas e únicas<sup>38,54</sup>.

Mester et al.<sup>25</sup>, ao utilizarem laser rubi para estimular crescimento de pêlo de camundongos brancos, relatam que mesmo as pequenas doses cumulativas, aplicadas de maneira repetitiva induzem a inibição. A dosagem 1 j/cm<sup>2</sup>, quando utilizada por 3 a 5 semanas, levou ao crescimento dos pêlos, mas após a décima primeira semana inibiu o crescimento dos mesmos.

Confirmando os efeitos de doses altas x doses baixas, Hawkins & Abrahamse<sup>53</sup> demonstraram que cultura de fibroblastos humanos expostas a doses cumulativas de 2,5 ou 5 j/cm<sup>2</sup> durante três dias

**QUADRO I**  
**Efeitos do laser sobre as Queimaduras\***

Autor	Sinais avaliados	Protocolo de aplicação	Profundidade da lesão	Resultados
Mester (1985)	Epitelização	Laser 694,3nm, 4J/cm <sup>2</sup> , varredura, 2x/sem.	Não informado	40 dos 53 casos tratados obtiveram sucesso
Schlager et al. (2000)	Edema, vermelhidão e diâmetro da ferida	Diodo 670nm, 2J/cm <sup>2</sup> , diariamente por 30 dias	Não informado	Epitelização acelerada, mas não estatisticamente significativa
Schlager et al. (2000)	Edema, vermelhidão e diâmetro da ferida	690nm e 635nm, 1,5 J/cm <sup>2</sup> diariamente por 30 dias	Não informado	Resultados estatisticamente não significantes
Lange et al. (2003)	Análise histológica	670nm, 4J/cm <sup>2</sup> , varredura, 5x/sem durante 3 sem.	Terceiro grau	Aumento de fibras colágenas e vasos sanguíneos e completa epitelização
Meireles (2005)	Análise Histológica	660nm e 780nm, 5J/cm <sup>2</sup> , pontual, diário por 21 dias	Terceiro grau	Maior deposição de fibras colágenas; maior repavimentação e número de vasos
Bayat et al (2005)	Presença de bactérias e espessura da epiderme	632,8nm; 1,2 e 2,4J/cm <sup>2</sup> , varredura, diário por 30 dias	Segundo grau	Menor incidência de bactérias, maior espessura da epiderme, mas sem aceleração do processo
Bayat et al. (2006)	Presença de bactérias e nº de vasos	632,8nm; 1,2 e 2,4J/cm <sup>2</sup> , varredura, diário por 30 dias	Terceiro grau	Destruição de bactérias, maior nº de vasos
Mello et al. (2007)	Análise histológica e epitelização; Comparação entre método varredura e pontual.	632,6nm; 4J/cm <sup>2</sup> , diário por 21 dias	Não informado	Melhores resultados pelo método varredura; epitelização completa no 14º dia

\*Resumo dos estudos que pesquisaram os efeitos do laser terapêutico sobre queimaduras.

determinou aumento da proliferação e migração, e as culturas expostas por três dias à fluência de  $16 \text{ j/cm}^2$  foram inibidas.

A magnitude da fotobioestimulação também depende do estado fisiológico da célula e momento da aplicação. Karu<sup>29</sup> observou que células com pH menor que o normal, onde o estado redox tende para uma direção reduzida, são consideradas mais sensíveis à ação estimulante da luz do que aquelas com parâmetros ótimos ou próximo do normal. Todos os artigos analisados iniciaram a laserterapia imediatamente após a lesão ou com até 48 horas.

## ESTUDOS SOBRE A LASERTERAPIA NA CICATRIZAÇÃO DE QUEIMADURAS

Dentre os 26 artigos experimentais analisados, 8 avaliaram os efeitos do laser sobre a cicatrização de queimaduras (Quadro 1).

Lange et al.<sup>47</sup>, em seu experimento, testaram os efeitos do laser AlGaInP a  $4 \text{ j/cm}^2$  no modo varredura, em queimaduras de terceiro grau, observando na análise histológica, sete dias após a lesão, a presença de fibrina hemática neutrófica, linfócitos, neutrófilos e fibroblastos jovens, enquanto no grupo não tratado apresentava fibrina hemática neutrófica em maior quantidade, secreção purulenta, menor número de capilares e fibroblastos.

Mello et al.<sup>39</sup> (2007) confirmam os efeitos positivos da irradiação com o laser terapêutico, observando que as queimaduras do seu grupo experimental tratadas pelo método varredura estavam cicatrizadas ao 14º dia, enquanto que as do grupo experimental tratadas pelo método pontual e as do grupo controle não estavam cicatrizadas.

Meirelles<sup>55</sup> comparou, por meio da microscopia de luz, o efeito dos comprimentos de onda  $660 \text{ nm}$  e  $780 \text{ nm}$  no reparo de queimaduras de terceiro grau, em ratos diabéticos e não diabéticos. Os resultados mostraram maior deposição de fibras colágenas, tecido de granulação, maior repavimentação epitelial e maior número de vasos em todos os grupos irradiados, principalmente quando utilizou  $780 \text{ nm}$  nos não diabéticos e  $660 \text{ nm}$  diabéticos.

Por causa dos resultados animadores obtidos em seus estudos piloto, em 1971, Mester et al.<sup>25</sup> começaram a utilizar o laser no tratamento de vários tipos de feridas em humanos. Os estudos foram iniciados com laser ruby e, mais tarde, HeNe e Argônio a  $4 \text{ j/cm}^2$ , 2 vezes por semana. Dos 53 casos de queimaduras tratados, 40 obtiveram sucesso.

Bayat et al.<sup>52</sup> utilizaram laser HeNe com densidade energética de  $1,2$  e  $2,4 \text{ j/cm}^2$  no tratamento de queimaduras de ratos, comparado a grupos exclusivamente tratados com bactericida tópico e não tratados. Observou que as queimaduras de terceiro grau tratadas a  $2,4 \text{ j/cm}^2$  não apresentaram *S. aureus* e *P. aeruginosa*, e histologicamente mostraram um maior número de vasos em ambos os grupos irradiados.

Em estudo anterior, Bayat et al.<sup>42</sup> utilizaram em queimaduras de segundo grau, os mesmos parâmetros de aplicação e critérios de investigação. Os resultados foram semelhantes quanto ao efeito bactericida e contagem de vasos, mas concluíram que o laser não acelerou a cicatrização de queimaduras, pois todos os grupos cicatrizaram no mesmo intervalo de tempo.

Schlager et al.<sup>57</sup> usaram laser  $670 \text{ nm}$ ,  $250 \text{ mW}$  a  $2 \text{ j/cm}^2$  e em outro estudo, esse mesmo grupo<sup>56</sup> empregou dois diferentes lasers com  $635 \text{ nm}$  e  $690 \text{ nm}$ , e densidade de energia de  $2 \text{ j/cm}^2$  em ambos os casos,  $30$  e  $12 \text{ mW}$  de potência, respectivamente. Em ambos estudos, duas queimaduras foram infligidas em cada rato e apenas uma foi irradiada e sua evolução cicatricial analisada macroscopicamente por meio de edema, vermelhidão e epitelização. Segundo o autor, não foram observadas diferenças visíveis ou mensuráveis entre os grupos.

A diversidade entre os resultados pode estar ligada à falta de padronização dos parâmetros e da frequência de tratamento. Além disso, a profundidade da queimadura é de grande importância clínica, pois determina a conduta e o sucesso da cicatrização<sup>11</sup>. Schlager et al.<sup>56,57</sup>, Mello et al.<sup>39</sup>, Mester et al.<sup>25</sup> não informaram a profundidade das queimaduras. Lange et al.<sup>47</sup>, Bayat et al.<sup>52</sup> e Meirelles<sup>55</sup> informaram que produziram queimaduras de terceiro grau em seus animais.

Sabe-se que queimaduras de terceiro grau dificilmente cicatrizam sem enxertos e queimaduras de segundo grau profundo têm aparência muito semelhante às de terceiro grau<sup>62</sup>. Segundo Linde<sup>4</sup>, mesmo cirurgiões experientes se confundem ao classificar as queimaduras no primeiro momento.

Apenas Bayat et al.<sup>42</sup> utilizaram queimaduras de segundo grau em seu experimento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos achados descritos, observa-se que o laser terapêutico é capaz de promover um processo cicatricial mais rápido e de melhor qualidade. A maioria dos estudos revela que a laserterapia acelerou a proliferação de células, aumentou a vascularização e melhorou a organização do colágeno. Entretanto, poucos exploraram os efeitos do laser na cicatrização de queimaduras e mostraram achados divergentes.

Foi verificada uma diversidade de parâmetros de aplicação, além de alguns autores não informarem a profundidade da queimadura. Talvez a falta de padronização dos protocolos e da identificação da profundidade das lesões seja o motivo de resultados contraditórios.

É importante intervir precocemente no processo cicatricial do paciente queimado, a fim de evitar complicações inerentes de uma hospitalização prolongada, diminuir o comprometimento estético e funcional. Diante dessa necessidade, das vantagens atribuídas ao laser e da carência de experimentos com queimaduras, sugere-se

que mais estudos busquem os efeitos do laser terapêutico sobre a pele queimada, por meio de protocolos mais padronizados, com critérios de avaliação e inclusão rigorosos e utilizem modelos humanos ou animais com tegumento semelhante.

## REFERÊNCIAS

- Gomes DR, Serra MC, Macieira L. Queimaduras no Brasil. In: Condutas atuais em queimaduras. Rio de Janeiro:Revinter;2001. p.1-3.
- Brasil. Ministério da Saúde. Seminário discute uso do álcool gel para prevenir queimaduras. Disponível em: [http://www.portal.saude.gov.br/portal/aplicações/noticias/noticias\\_detalhe.cfm?co\\_seq\\_noticia=7032](http://www.portal.saude.gov.br/portal/aplicações/noticias/noticias_detalhe.cfm?co_seq_noticia=7032) Acesso em 6 de maio de 2008.
- Pires RAJ. Análise de 781 crianças com queimaduras internadas no Hospital Infantil Joana Gusmão - Florianópolis-SC [Monografia]. Florianópolis:Curso de Graduação em Medicina, UFSC;2003. 41p.
- Linde LG. Reabilitação de crianças com queimaduras. In: Tecklin JP, ed. Fisioterapia pediátrica. 3ª ed. Porto Alegre:Artmed;2002. p.384-422.
- Ferreira SR. O grande queimado: uma abordagem fisioterapêutica [Monografia]. Goiânia: Graduação em Fisioterapia, Universidade Católica de Goiás;2003. 162p.
- Crisóstomo MR, Serra MC, Gomes DR. Epidemiologia das queimaduras. In: Maciel E, Serra MC, eds. Tratado de queimaduras. 1ª ed. São Paulo: Atheneu;2004. p.31-5.
- Carvalho PTC, Siqueira JFR, Ferreira JVL, Silva IS. Análise de fibras colágenas através da morfometria computadorizada em feridas cutâneas de ratos submetidos a irradiação do laser HeNe. Fisioter Bras. 2003;4(4):253-8.
- Hawkins D, Houreld N, Abrahamse H. Low level laser therapy (LLLT) as an effective therapeutic modality for delayed wound healing. Ann N Y Acad Sci. 2005;1056:486-93.
- Guirro E, Guirro R. Queimaduras. In: Fisioterapia dermatofuncional: fundamentos, recurso e patologias. São Paulo:Manole;2004. p.491-7.
- Silveira JMS, Gomes DR, Serra MC. Atendimento pré-hospitalar. In: Maciel E, Serra MC, eds. Tratado de queimaduras. 1ª ed. São Paulo:Atheneu;2004. p.51-63.
- Johson RM, Richard R. Partial-thickness burn: identification and management. Adv Skin Wound Care. 2003;16(4):178-87.
- Watts AM, Tyler MP, Perry ME, Roberts AH, McGrouther DA. Burn depth and its histological measurement. Burns. 2001;27(2):154-60.
- Barbosa E, Moreira EAM, Faintuch J, Pereira MJ. Suplementação de antioxidantes: enfoque em queimados. Rev Nutr. 2007;20(6):693-702.
- Gomes DR. Fisiologia e fisiopatologia. In: Gomes DR, Serra MC, Pellon MA. Tratamento de queimaduras: um guia prático. Rio de Janeiro:Revinter;1998. p. 8-17.
- Balbino CA, Pereira LM, Curi R. Mecanismos envolvidos na cicatrização: uma revisão. Rev Bras Cienc Farm. 2005;41(1):27-51.
- Mandelbaum SH, DiSantis EP, Mandelbaum MHS. Cicatrização: conceitos atuais e recursos auxiliares-Parte I. An Bras Dermatol. 2003;78(4):393-410.
- Coelho COM, Rezende CMF, Tenório APM. Contração de feridas após cobertura com substitutos temporários de pele. Ciência Rural. 1999;29(2):297-303.
- Piccolo MTS, Piccolo NS, Piccolo MS. O processo de cicatrização. In: Serra MC, Maciel E, eds. Tratado de queimaduras. Rio de Janeiro:Atheneu;2004. p.583-94.
- Hess CT. Tratamento de feridas e úlceras. 4ª ed. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso;2002.
- Robbins SL, Cotran RS, Kumar V, Abbas AK, Fausto N. Tecido de renovação e reparação: regeneração, cicatrização e fibrose. In: Robbins e Cotran. Patologia: bases patológicas das doenças. 7ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier;2005. p.91-124.
- Guirro ECO, Guirro RRJ. Cicatriz hipertrófica e quelóide. In: Fisioterapia dermatofuncional: fundamentos, recursos, patologias. 3ª ed. Barueri:Manole;2002. p.413-24.
- Baxter D. Laserterapia de baixa intensidade. In: Kitchen S, ed. Eletroterapia: prática baseada em evidências. 11ª ed. Barueri: Manole;2003. p.171-88.
- Low J, Reed A. Laserterapia. In: Eletroterapia explicada: princípios e prática. São Paulo:Manole;2001. p.389-409.
- Bossini PS. Laser de baixa intensidade (670nm) na viabilidade do retalho cutâneo randômico em ratos [Dissertação de Mestrado]. São Carlos:Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia (Escola de Engenharia de São Carlos, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Instituto de Química de São Carlos), Universidade de São Paulo;2007. 132p.
- Mester E, Mester A, Mester A. The biomedical effects of laser application. Lasers Surg Med. 1985;5(1):31-9.
- Corazza AV. Fotobiomodulação comparativa entre Laser e LED de baixa intensidade na angiogênese de feridas cutâneas em ratos [Dissertação de Mestrado]. São Carlos: Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia (Escola de Engenharia de São Carlos, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Instituto de Química de São Carlos), Universidade de São Paulo;2005. 89p.
- Posten W, Wrone DA, Dover JS, Arndt KA, Silapunt S, Alam M. Low level laser therapy for wound healing: mechanism and efficacy. Dermatol Surg. 2005;31(3):334-40.
- Guirro ECO, Guirro RRJ. Laser. In: Fisioterapia Dermatofuncional: fundamentos, recursos, patologias. 3ª ed. Barueri:Manole;2002. p.209-22.
- Karu T. Primary and secondary mechanisms of action of visible to near-IR radiation on cells. J Photochem Photobiol B. 1999;49(1):1-17.
- Campos S. Laserterapia HeNe. [S.L.]2004. 9p. Disponível em <<http://www.drshirleycampos.com.br/noticias/11509>> Acesso em: 7 de maio 2008.
- Hu WP, Wang JJ, Yu CL, Lan CC, Chen GS, Yu HS. Helium-neon laser irradiation stimulates cell proliferation through photostimulatory effects in mitochondria. J Invest Dermatol. 2007;127(8):2048-57.
- Silveira PC, Streck EL, Pinho RA. Evaluation of mitochondrial respiratory chain activity in wound healing by low level laser therapy. J Photochem Photobiol B. 2007;86(3):279-82.
- Campbell MK. Fosforilação oxidativa. In: Bioquímica. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed;2003. p 520-43.
- Parizotto NA. Ação do laser de Hélio-Neônio sobre o processo de reparo tecidual: um estudo do colágeno por microscopia eletrônica de varredura, microscopia eletrônica de força atômica e espectroscopia por infravermelho [Tese de Doutorado]. Campinas:Faculdade de Engenharia Elétrica, UNICAMP;1998. 196p.
- Araújo CEN, Ribeiro MS, Favaro R, Zzell DM, Zorn TMT. Ultrastructural and autoradiographical analysis show a faster skin repair in He-Ne laser-treated wounds. J Photochem Photobiol B. 2007;86:87-96.
- Lomely Mejía PA, Lecona Butrón H, Montiel Hernandez AM, Rosillo Ruiz A, García Lopez ES. Reducción del tiempo de cicatrización por medio de laser de helio-neón. Modelo experimental en conejos. Rev Mex Ortop Traum. 1999;13(5):455-8.
- Rocha Junior AM, Oliveira RG, Farias RE, Andrade LCR, Aarestrup FM. Modulação da proliferação fibroblástica e da resposta inflamatória pela terapia a laser de baixa intensidade no processo de reparo tecidual. An Bras Dermatol. 2006;81(2):150-6.
- Marcon K, André ES. Efeitos do laser GaAlInP no processo de cicatrização de feridas induzidas em ratos. Rev Fisioter FURB. 2005;1(1):1-7.
- Mello PB, Sampedro RMF, Piccinini AM. Efeitos do laser HeNe e do modo de aplicação no processo de cicatrização de queimaduras em ratos. Fisioter Pesqui. 2007;14(2):6-13.
- Schindl A, Merwald H, Schindl L, Kaun C, Wojta J. Direct stimulatory effect of low intensity 670nm laser irradiation on human endothelial cell proliferation. Br J Dermatol. 2003;148(2):334-6.

41. Hopkins JT, McLoda TA, Seegmiller JG, Baxter GD. Low level laser therapy facilitate superficial wound healing in humans: a triple- blind, sham-controlled study. *J Athl Train.* 2004;39(3):223-9.
42. Bayat M, Vashighani MM, Razavi N, Taheri S, Rakhshan M. Effect of low level laser therapy on the healing of second- degree burns in rats: a histological and microbiological study. *J Photochem Photobiol B.* 2005;78(2):171-7.
43. Vorauer-Uhl K, Fürnschliel E, Wagner A, Ferko B, Katinger H. Reepithelialization of experimental scalds effected by topically applied superoxide dismutase: controlled animal studies. *Wound Repair Regen.* 2002;10(6):366-71.
44. Baum CL, Arpey CJ. Normal cutaneous wound healing: clinical correlation with cellular and molecular events. *Dermatol Surg.* 2005;31(6):674-86.
45. Sobral MC. Efeitos do silicone gel no tratamento da cicatriz hipertrófica e do quelóide pós-queimadura: uma revisão bibliográfica [Monografia de Graduação em Fisioterapia]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco;2008. 27p.
46. Jaskille AD, Jeng JC, Sokolich JC, Lunsford P, Jordan MH. Repetitive ischemia-reperfusion injury: a plausible mechanism for documented clinical burn- depth progression after thermal injury. *J Burn Care Res.* 2007;28(1):13-20.
47. Lange F, Kroth A, Steffani JA, Lorencetti N. Influência da laserterapia no processo cicatricial de queimaduras de terceiro grau. *Fisioter Bras.* 2003;4(5):335-40.
48. Tatarunas AC, Matera JM, Dagli MLZ. Estudo clínico e anatomopatológico da cicatrização cutânea no gato doméstico. Utilização do laser de baixa potência GaAs (904nm). *Acta Cir Bras.* 1998;13(2):86-93.
49. Paim CBV, Raiser AG, Cardoso E, Beck C. Enxerto autólogo de pele, em malha, com espessura completa, na reparação de feridas carpopetacarpianas de cães. Resposta à irradiação laser. *Ciência Rural.* 2002;32(3):451-7.
50. Macedo JLS, Rosa SC, Macedo KCS, Castro C. Fatores de risco da sepse em pacientes queimados. *Rev Col Bras Cir.* 2005;32(4):173-7.
51. Desimone NA, Christiansen C, Dore D. Bactericidal effect of 0.95-mW helium-neon and 5-mW indium-gallium-aluminum-phosphate laser irradiation at exposure times of 30, 60, and 120 seconds on photosensitized *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* in vitro. *Phys Ther.* 1999;79(9):839-46.
52. Bayat M, Vashighani MM, Razavi N. Effect of low level helium-neon laser therapy on the healing of third-degree burns in rats. *J Photochem Photobiol B.* 2006;83(2):87-93.
53. Hawkins D, Abrahamse H. Effect of multiple exposures of low level laser therapy on the cellular responses of wounded human skin fibroblasts. *Photomed Laser Surg.* 2006;24(6):705-14.
54. Gonçalves G, Parizotto NA. Fisiopatologia da reparação cutânea: atuação da Fisioterapia. *Rev Bras Fisioter.* 1998;3(1):5-13.
55. Meirelles GCS. Análise comparativa do efeito dos lasers GaAlAs de  $\lambda = 660\text{nm}$  +  $780\text{nm}$  na cicatrização de úlceras por queimaduras em dorso de ratos diabéticos e não –diabéticos: estudo histológico [Tese de Doutorado]. Salvador: Faculdade de Odontologia, UFBA; 2005. 120p.
56. Schlager A, Oehler K, Huebner KU, Schmuth M, Spoetl L. Healing of burns after treatment with 670 nanometer low power laser light. *Plast Reconstr Surg.* 2000;105(5):1635-9.
57. Schlager A, Kronberger P, Petschke F, Ulmer H. Low power laser light in the healing of burns: a comparison between two different wavelengths (635nm and 690nm) and placebo group. *Lasers Surg Med.* 2000;27(1):39-42.
58. Pugliese LS, Medrado AP, Reis SRA, Andrade ZA. The influence of low level laser therapy on biomodulation of collagen and elastic fibers. *Pesqui Odontol Bras.* 2003;17(4):307-13.
59. Arruda ERB, Rodrigues NC, Taeiro C, Parizotto NA. Influência de diferentes comprimentos de onda da laserterapia de baixa intensidade na regeneração tendínea do rato após tenectomia. *Rev Bras Fisioter.* 2007;11(4):283-8.
60. Elwakil TF. An in-vivo experimental evaluation of He-Ne laser photostimulation in healing Achilles tendons. *Lasers Med Sci.* 2007;22(1):53-9.
61. Corrêa FI, Prado FS, Miranda CM, Souza ARG, Corrêa JCF. O uso do He-Ne (632,8nm) no fechamento de feridas. *Fisioter Bras.* 2003;4(2):144-7.
62. Serra MC, Gomes DR, Crisóstomo MR. Cálculo da área queimada e indicadores para internação hospitalar. In: Maciel E, Serra MC, eds. *Tratado de Queimaduras.* 1ª ed. São Paulo: Atheneu;2004. p.43-9.

Trabalho realizado no Centro de Terapia de Queimados – Hospital da Restauração, Recife, PE.

# Lesão inalatória grave: tratamento precoce e reversão do quadro. Relato de caso e revisão de literatura

## *Severe inhalation injury: early treatment and clinical status reversion. Case report and literature review*

Jorge Spinelli<sup>1</sup>, Leila Rezegue<sup>2</sup>, Rogéria Fiorin<sup>3</sup>, Kátya R. Bragança<sup>4</sup>

### RESUMO

**Introdução:** A lesão inalatória (LI) é resultado do processo inflamatório das vias aéreas após a inalação de produtos incompletos da combustão, sendo principal responsável pela mortalidade de até 77% dos pacientes queimados. Cerca de 33% dos grandes queimados têm LI e o risco aumenta progressivamente com o aumento da superfície corpórea queimada (SCQ). A presença de LI aumenta em 20% a mortalidade associada à extensão da queimadura. **Relato de Caso:** Paciente PJFR, 44 anos, admitido com queimadura por chama decorrente de incêndio em ambiente fechado, com SCQ 39%, lesões de 2º grau profundo em face, tórax, abdome, membros superiores, além das vibrissas chamuscadas, suspeita clínica de LI. Realizou broncoscopia com laudo de LI grave. Submetido a intubação orotraqueal precoce e ventilação mecânica, com controle rigoroso dos sinais vitais, balanço hídrico, radiografia de tórax, gasometria arterial e fisioterapia respiratória intensiva. Após 8 dias, realizou-se nova broncoscopia, com melhora no grau da LI, iniciando a progressão no desmame ventilatório. O paciente foi extubado sem intercorrências e mantido em oxigenoterapia, com posterior alta para enfermaria, com suporte de fisioterapia respiratória. Houve retirada gradual do suporte de oxigênio. Alta hospitalar após 23 dias. **Conclusão:** A conduta precoce e a condução correta do tratamento foi muito importante para a sobrevivência desse paciente, visto que esse tipo de lesão tem um alto índice de mortalidade e complexidade. O avanço no tratamento dessa lesão com ênfase no tratamento precoce, mesmo em pacientes sem quadro clínico de insuficiência respiratória, teve impacto na evolução do paciente com LI.

**DESCRIPTORIOS:** Queimaduras por inalação. Lesão por inalação de fumaça. Broncoscopia.

### ABSTRACT

**Background:** Inhalation injury (LI) is the result of inflammation of the airways after inhalation of products of incomplete combustion, which is primarily responsible for the deaths of up to 77% of burn patients. Around 33% of large burns have LI and the risk increases with increasing body surface area burned (BSA). The presence of LI 20% increase in mortality associated with the extent of burn. **Case Report:** Patient PJFR, 44 years-old, burning with the flame due to fire in a closed environment, with 39% BSA, injury 2<sup>nd</sup> degree deep in the face, chest, abdomen, legs beyond the whiskers singed, clinical suspicion LI. Performed bronchoscopy with report of severe LI. Submitted to early intubation and mechanical ventilation, with strict control of vital signs, fluid balance, chest radiography, arterial blood gases and respiratory therapy unit. After 8 days, held new bronchoscopy, with improvement in the degree of LI, starting a career in the weaning. The same was extubated uneventfully and maintained on oxygen, with subsequent high for ward, with support for respiratory therapy. There was a gradual withdrawal of oxygen support. Discharged after 23 days. **Conclusion:** The conduct and conduct early correct treatment was very important for the survival of this patient, since this type of injury has a high mortality rate and complexity. The advance in the treatment of this injury with emphasis on early treatment, even in patients without symptoms of respiratory failure, had an impact on the evolution of the patient with LI.

**KEY WORDS:** Burns, inhalation. Smoke inhalation injury. Bronchoscopy.

1. Fisioterapeuta do Centro de Tratamento de Queimados do Hospital Metropolitano de Urgência e Emergência, Ananindeua, PA.
2. Coordenadora Geral do Centro de Tratamento de Queimados do Hospital Metropolitano de Urgência e Emergência, Ananindeua, PA.
3. Coordenadora da Cirurgia Reparadora do Centro de Tratamento de Queimados do Hospital Metropolitano de Urgência e Emergência, Ananindeua, PA.
4. Médica Assistente do Centro de Tratamento de Queimados do Hospital Metropolitano de Urgência e Emergência, Ananindeua, PA.

**Correspondência:** Jorge Spinelli

Av: 25 de Setembro, 1965, apto. 102 – Marco – Belém, PA – CEP: 66093-000

E-mail: jorge\_spinelli@hotmail.com

Recebido em: 21/12/2009 • Aceito em: 3/3/2010

A lesão inalatória resulta do processo inflamatório das vias aéreas após a inalação de gases tóxicos e produtos incompletos da combustão, sendo responsável pela mortalidade de até 77% dos pacientes queimados<sup>1-3</sup>.

Cerca de 33% dos pacientes com queimaduras extensas apresentam lesão inalatória e o risco cresce com o aumento da superfície corpórea queimada (SCQ). A presença de lesão inalatória aumenta em 20% a mortalidade associada à extensão da queimadura.

Queimaduras com a chama direta acontecem principalmente no ambiente profissional. Nestes casos, as queimaduras quase sempre atingem a face, são mais profundas e causam danos pela inalação de fumaça<sup>2-4</sup>.

A produção de fumaça depende da pirólise e da oxidação. Como resultado da oxidação podemos citar o monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) e dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), além do carbono elementar. A predominância de um ou outro processo, temperatura, ventilação e tipo de material queimado no ambiente leva à produção de grande quantidade de elementos constituintes da fumaça, cada um com sua toxicidade e mecanismo de lesão peculiar<sup>1</sup>.

Os gases asfíxiantes são definidos como aqueles que retiram oxigênio (O<sub>2</sub>) do ambiente. A retirada de O<sub>2</sub> ocorre tanto pela diminuição da fração inspirada de oxigênio (FIO<sub>2</sub>) do ar, como por qualquer outro mecanismo que impeça a captação e distribuição de O<sub>2</sub> pelo sistema cardiovascular. Assim, são considerados asfíxiantes o CO<sub>2</sub>, que diminui a FIO<sub>2</sub> do ambiente e o CO que, ligado à hemoglobina, diminui a oferta de O<sub>2</sub> aos tecidos<sup>5,6</sup>.

A maior parte do fogo decorrente da combustão de derivados de petróleo se extingue em FIO<sub>2</sub> entre 13% e 15%, enquanto componentes que contenham O<sub>2</sub> podem permitir a combustão até FIO<sub>2</sub> menores que 10%. A diminuição da FIO<sub>2</sub> faz com que as vítimas apresentem dispnéia, tontura, confusão mental, torpor, coma e até mesmo óbito, em FIO<sub>2</sub> ao redor de 5%, consideradas incompatíveis com a vida<sup>7</sup>.

Dentre as substâncias de efeito sistêmico, pela alta morbidade e mortalidade, está o CO. A intoxicação por CO é uma das causas mais frequentes de óbito nos pacientes com lesão inalatória. Ele possui grande afinidade pela hemoglobina, podendo ser 250 vezes maior que a do O<sub>2</sub>. A produção de carboxihemoglobina (COHB) causa decréscimo na saturação de oxihemoglobina, causando um desvio da curva de dissociação para a esquerda, diminuindo a liberação de O<sub>2</sub> aos tecidos. O CO liga-se também à mioglobina, prejudicando o armazenamento de O<sub>2</sub> nos músculos<sup>7</sup>.

Além da história de exposição à fumaça em ambiente fechado, vários sinais e sintomas devem levar à suspeita clínica de lesão inalatória. Dentre os sinais mais frequentes destacam-se: queimadura de face, vibrissas chamuscadas, escarro com fuligem ou abundante, conjuntivite, desorientação, coma, estridor laríngeo e desconforto respiratório. Os sintomas incluem tosse produtiva, rouquidão, dispnéia, sibilos e lacrimejamento.

A busca por intoxicações relacionadas à lesão inalatória tem maior importância quando existe o acometimento do sistema nervoso central. Sempre que possível, devem ser pesquisados marcadores

sanguíneos ou urinários. No caso do CO, níveis de carboxihemoglobina podem ser dosados, caracterizando a intoxicação. Nas situações em que o diagnóstico não possa ser realizado por meio de marcadores, institui-se tratamento presuntivo baseando-se na suspeita clínica<sup>7,8</sup>.

O exame das vias aéreas superiores e da traquéia permite o diagnóstico de lesão inalatória. Os sinais sugestivos de lesão inalatória são a presença de edema ou eritema, ulcerações nas vias aéreas inferiores ou ainda presença de fuligem em ramificações distais. A ausência destes sinais, porém, deve sempre ser analisada tendo-se em vista o estado hemodinâmico do paciente, uma vez que pacientes ainda não ressuscitados volêmicamente podem não apresentar áreas de eritema ou edema visíveis ao exame broncoscópico inicial. Com essa ressalva, a broncoscopia tem aproximadamente 100% de acurácia no diagnóstico de lesão inalatória. Deve-se ressaltar, porém, que o exame das vias aéreas superiores não exclui a necessidade de avaliar as vias aéreas inferiores, já que o acometimento pode ocorrer independentemente<sup>1,9</sup>.

Alterações anatômicas evidenciadas pela broncoscopia precedem as alterações na troca gasosa e alterações radiológicas, daí a importância da avaliação broncoscópica precoce em todos os pacientes com suspeita clínica de lesão inalatória<sup>1,9</sup>.

## RELATO DO CASO

Paciente PJFR, 44 anos, deu entrada no Centro de Tratamento de Queimados do Hospital Metropolitano de Urgência e Emergência de Belém – PA, em 13/10/2009, às 4:15h, com diagnóstico de queimadura por chama direta, com exposição em ambiente fechado a fumaça, SCQ de 39%, lesões de 2º grau em face, vibrissas chamuscadas (Figura 1), tórax, abdome e membros superiores. Apresentava suspeita clínica de lesão inalatória decorrente da história clínica. Ao exame clínico geral: Glasgow 15, hemodinâmica estável, ausculta cardíaca e pulmonar normais, sem sinais de desconforto respiratório, SatO<sub>2</sub> = 98%, escore TISS 20 – classe IV. Conduta inicial: reposição volêmica, instalação de cateter de O<sub>2</sub> = 2 l/m, analgesia, controle de balanço hídrico e solicitação de radiografia de tórax (Figura 2), exames laboratoriais, gasometria arterial e broncoscopia.

No 1º dia de internação hospitalar, o paciente manteve o quadro inicial, com suporte de O<sub>2</sub> em máscara (MNC) com fluxo de O<sub>2</sub> = 15 l/m, frequência respiratória (FR) = 25, radiografia de tórax e gasometria arterial normais. Foi submetido à realização de broncoscopia (Figura 3), que revelou laringite e traqueobronquite edematosa grave e presença de fuligem em moderada quantidade (Figura 4), caracterizando lesão inalatória grave. Com esse diagnóstico, optou-se pela intubação orotraqueal precoce e ventilação mecânica. O paciente foi mantido em intubação orotraqueal e ventilação mecânica por 7 dias, em modalidade ventilação por pressão controlada (PCV) em modo assistido controlado (A/C) com uma média nos parâmetros de ventilação mecânica, em pressão controlada = 23,3 cmH<sub>2</sub>O; pressão expiratória final positiva (PEEP) = 5,8 cmH<sub>2</sub>O; FIO<sub>2</sub> = 34,4%; tempo inspiratório = 1,08 seg; FR = 14,8 irpm; volume corrente = 606,2 ml e média na SatO<sub>2</sub> = 99,4%.



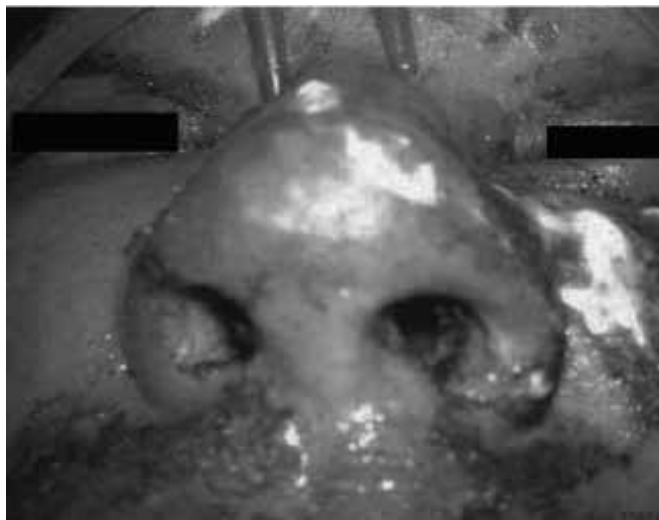


Figura 1 - Queimadura de face e vibrissas nasais.



Figura 2 - Radiografia de tórax.

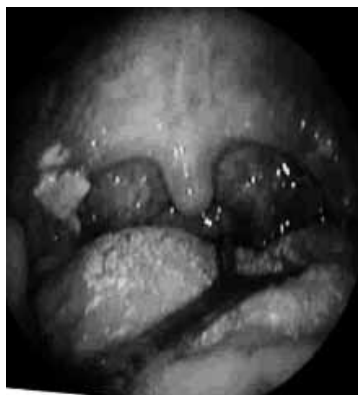


Figura 3 - Foto ilustrativa de broncoscopia evidenciando lesão inalatória.



Figura 4 - Frasco de aspiração com resíduo de fuligem.

Houve controle diário dos sinais vitais, balanço hídrico, radiografia de tórax, gasometria arterial e acompanhamento com fisioterapia respiratória e motora, além da realização de curativos cirúrgicos para cuidado das lesões em face, tórax, abdome e membros superiores, realizados pela equipe de cirurgia plástica. Nesse período, não houve grandes alterações no padrão radiológico e uma média na relação  $PaO_2/FIO_2 = 366,2$ .

Após 8º dia de internação hospitalar e 7º dia de intubação oro-traqueal e ventilação mecânica, realizou-se nova broncoscopia, com melhora da lesão, com laudo de traqueobronquite leve. Com isso, houve uma interrupção total na sedação e iniciado desmame ventilatório progressivo, com decúbito dorsal elevado, alteração na modalidade de ventilação mecânica de PCV-A/C para pressão de suporte (PSV) e, de acordo com a necessidade do paciente, a redução dos parâmetros, houve realização do teste de respiração espontânea (TRE) com pressão de suporte = 7  $cmH_2O$ , PEEP = 5  $cmH_2O$ ,  $FIO_2 = 40\%$ , FR = 18 irpm, durante 30 minutos, na ventilometria com índice de respiração rápida e superficial (IRRS) = 53 e pressão inspiratória máxima = - 40  $cmH_2O$  e posterior extubação, deixando o paciente em decúbito dorsal elevado MNC com  $O_2 = 5$  l/m, sem intercorrências.

O paciente continuou com acompanhamento da fisioterapia respiratória e motora. Após 4 dias do desmame, o paciente recebeu alta para a enfermaria com suporte de  $O_2$  em cateter de  $O_2 = 3$  l/m.

No 17º dia de internação hospitalar, foi retirado totalmente o suporte de  $O_2$ , pois nas tentativas anteriores, após a retirada, o paciente apresentava diminuição na  $SatO_2$  e da pressão arterial de  $O_2$  ( $PaO_2$ ) na gasometria arterial, alucinações e confusão mental. O paciente recebeu alta hospitalar no 23º dia de internação hospitalar.

## DISCUSSÃO

A lesão inalatória tem sido associada a maior mortalidade em pacientes queimados, aumentando o risco em até nove vezes<sup>9</sup>.

A identificação de pacientes com alto risco para obstrução de vias aéreas superiores, somada à intervenção precoce nos quadros com lesão inalatória, é um dos pontos principais no tratamento e reduz significativamente a mortalidade<sup>8,9</sup>.

Inicialmente, a maioria dos pacientes apresenta radiografia de tórax normal, o que faz com que esse exame tenha baixo valor preditivo no diagnóstico da lesão inalatória<sup>3</sup>.

Sinais clínicos de obstrução secundária à lesão de vias aéreas superiores, ou evidências broncoscópicas desse processo, indicam a intervenção precoce.

O uso de cânulas traqueais de grande calibre facilita a higiene brônquica, necessária para controlar o aumento na quantidade de secreções respiratórias<sup>3,4,9</sup>.

Na lesão térmica, a manutenção das vias aéreas é o principal tratamento. É conveniente manter a intubação até a reversão documentada do edema de vias aéreas<sup>1,9</sup>.

A avaliação cuidadosa das vias aéreas superiores, principalmente nos pacientes sem evidência de lesões mais distais, é extremamente

importante durante a broncoscopia, pois a presença de edema acentuado na região supraglótica, ou mesmo de grande quantidade de secreção alta, pode identificar pacientes com maior risco de obstrução aguda de vias aéreas, sendo um dos indicadores de intubação precoce nos pacientes com suspeita de lesão inalatória<sup>1,9</sup>.

Vários autores demonstram a necessidade de indicação de broncoscopia em pacientes com suspeita de lesão inalatória, como um método de detecção precoce da injúria pulmonar causada pela inalação de fumaça. Achados de queimadura de face e vibrissas nasais, presença de secreção do trato respiratório, sibilos e roncos, associados a uma história de exposição à fumaça em locais fechados ou à perda de consciência no local do acidente, são sugestivos de lesão inalatória e indicam a realização de broncoscopia. Entretanto, há uma alta incidência de valores falso-positivos para cada achado. Apesar de 70% dos pacientes com lesão inalatória apresentarem queimadura de face, 70% desses não apresentam lesão significativa do trato respiratório inferior<sup>9</sup>.

A traqueostomia oferece vantagens ao conforto do paciente e facilidade na higiene brônquica, porém, não diminui o tempo de ventilação mecânica, a incidência de pneumonia ou mesmo a mortalidade dos pacientes com lesão inalatória, não estando indicada como medida terapêutica geral<sup>7</sup>.

A adequação da estratégia ventilatória é muito relacionada à fase em que o paciente apresenta insuficiência respiratória. Isto porque, nas fases iniciais em que a lesão inalatória, com edema e sangramento, associada ao aumento das secreções e fuligem, constitui o principal mecanismo fisiopatológico envolvido, raramente são necessárias estratégias ventilatórias muito agressivas, como o uso de altos níveis de PEEP<sup>5,6</sup>.

Com relação à inalação do gás hipóxico, a retirada do paciente do local do acidente associada ao uso de altas FIO<sub>2</sub> interrompe a cascata de eventos secundários à hipoxemia<sup>7,9</sup>.

Mudanças na gasometria arterial podem ocorrer tardiamente à lesão inalatória, tornando importante caracterizar o risco de lesão inalatória pela história clínica, achados de exame físico, broncoscopia, dosagem dos níveis de CO<sub>2</sub>HB. Lembrando que os níveis vão decaindo ao longo do tempo e com o tratamento, podendo estar normais quando dosados em ambiente hospitalar, falseando o diagnóstico. Outra característica da CO<sub>2</sub>HB é a superestimação da oxigenação pela oximetria de pulso. Os oxímetros convencionais não têm capacidade de diferir os comprimentos de ondas gerados pela O<sub>2</sub>HB daqueles gerados pela CO<sub>2</sub>HB, fornecendo valores falsamente elevados de saturação de O<sub>2</sub>HB<sup>6</sup>.

A reversão dos quadros de intoxicação por CO constitui o segundo ponto no tratamento da lesão inalatória. Em todos os casos de suspeita de intoxicação, está indicado o uso de altas FIO<sub>2</sub>. O papel do O<sub>2</sub> está no aumento da reserva de troca gasosa, revertendo o efeito da inalação do gás hipóxico e na tentativa de dissociar o CO de seus sítios de ligação.

Quanto à intoxicação por CO, a meia vida da carboxihemoglobina é de 250 minutos em ar ambiente (FIO<sub>2</sub> de 21%) e de 40 a 60 minutos em pacientes submetidos a FIO<sub>2</sub> 100%. Portanto, todos os pacientes devem receber O<sub>2</sub> a 100% já a caminho do hospital<sup>10</sup>.

O CO tem predileção por atingir o sistema nervoso central e o coração. A exposição a ele pode levar a sintomas de cefaléia, alterações visuais e confusão mental, taquicardia, angina, arritmias, convulsão ou coma<sup>7</sup>.

## CONCLUSÃO

O ponto central na terapêutica dos pacientes com lesão inalatória é a compreensão da grande resposta inflamatória, com suas repercussões pulmonares e sistêmicas como um fenômeno global e não como complicações isoladas. A conduta tomada de forma precoce e a condução correta do tratamento da lesão, tanto em sua repercussão respiratória, quanto em sua repercussão sistêmica, foi de grande importância no que diz respeito ao tratamento e sobrevida desse paciente, visto que esse tipo de lesão apresenta alto índice de mortalidade e complexidade no seu tratamento. O avanço no tratamento dessa lesão com ênfase no tratamento precoce, mesmo em pacientes sem quadro clínico de insuficiência respiratória, teve impacto na evolução do paciente com lesão inalatória.

## REFERÊNCIAS

1. Souza R, Jardim C, Salge JM, Carvalho CRR. Lesão por inalação de fumaça. *J Bras Pneumol*. 2004;30(5):557-65.
2. Ryan CM, Schoenfeld DA, Thorpe WP, Sheridan RL, Cassem EH, Tompkins RG. Objective estimates of the probability of death from burn injuries. *N Engl J Med*. 1998;338(6):362-6.
3. Darling GE, Keresteci MA, Ibanez D, Pugash RA, Peters WJ, Neligan PC. Pulmonary complications in inhalation injuries with associated cutaneous burn. *J Trauma*. 1996;40(1):83-9.
4. Medeiros AIL, Fonseca VR, Nassif Filho AC, Pedroni PU, Marcelino TF, Müller L. Avaliação do clearance mucociliar nasal em pacientes com queimaduras de face. *Acta ORL*. 2008;26(2):107-11.
5. Piantadosi CA. Diagnosis and treatment of carbon monoxide poisoning. *Respir Care Clin N Am*. 1999;5(2):183-202.
6. Ernst A, Zibrak JD. Carbon monoxide poisoning. *N Engl J Med*. 1998;339(22):1603-8.
7. Seger D, Welch L. Carbon monoxide controversies: neuropsychologic testing, mechanism of toxicity, and hyperbaric oxygen. *Ann Emerg Med*. 1994;24(2):242-8.
8. Lee-Chiong TL Jr. Smoke inhalation injury. *Postgrad Med*. 1999;105(2):55-62.
9. Rabello E, Batista VF, Lago PM, Álvares RAG, Martinusso CA, Lapa e Silva JR. Análise do lavado broncoalveolar em vítimas de queimaduras faciais graves. *J Bras Pneumol*. 2009;35(4):343-50.
10. Meshulam-Derazon S, Nachumovsky S, Ad-El D, Sulkes J, Hauben DJ. Prediction of morbidity and mortality on admission to a burn unit. *Plast Reconstr Surg*. 2006;118(1):116-20.