

# Evidências de alterações do processo de cicatrização de queimaduras em indivíduos diabéticos: revisão bibliográfica

*Evidence of changes in the healing process of burns in diabetic subjects: literature review*

Monise Gabriela Lino de Andrade<sup>1</sup>, Camila Nunes Camelo<sup>2</sup>, Juliana Araujo Carneiro<sup>3</sup>, Kamila Peres Terêncio<sup>4</sup>

## RESUMO

**Introdução:** Queimaduras são lesões traumáticas que atuam no tecido de revestimento do corpo humano, determinando destruição total ou parcial da pele e seus anexos, podendo atingir camadas mais profundas. A cicatrização de feridas consiste em perfeita e coordenada cascata de eventos celulares, moleculares e bioquímicos, que interagem para que ocorra reconstituição tecidual. O diabetes mellitus é considerado fator de risco para queimaduras. Pacientes diabéticos com queimaduras apresentam maior índice de sepse, infecção e complicações. Feridas em diabéticos apresentam inibição da revascularização e baixa expressão de fatores de crescimento em relação a queimaduras em não-diabéticos, com prejuízo à cicatrização. **Objetivo:** Evidenciar os estudos clínicos sobre as alterações do processo de cicatrização em pacientes queimados portadores de diabetes mellitus. **Método:** Revisão bibliográfica sobre ensaios clínicos, realizada nas bases de dados BIREME, Burns, LILACS, MEDLINE, PubMed, e SciELO. Foram selecionados livros e periódicos impressos, no período de 2002 a 2012, utilizando os seguintes descritores: queimaduras, cicatrização, diabetes mellitus e reparo tecidual. **Resultados:** Estudos afirmam que existe uma diferenciação do processo de reparo em indivíduos diabéticos, sendo descrito como um retardo da cicatrização, evidenciado principalmente na fase inflamatória, na qual ocorre um retardo devido aos fatores associados a diabetes, tais como diminuição de fluxo sanguíneo, sepse e outros, levando a complicações no reparo. **Conclusão:** O diabetes mellitus altera o processo de cicatrização, exacerbando e prolongando o tempo de reparo da lesão. Fazem-se necessários outros estudos mais específicos para identificar a fase de maior comprometimento, auxiliando no processo de intervenção.

**DESCRITORES:** Queimaduras. Diabetes mellitus. Cicatrização. Fatores de risco.

## ABSTRACT

**Introduction:** Burns are traumatic injuries that operate in the tissue lining the human body, causing total or partial destruction of the skin and its appendages, reaching deeper layers. Wound healing is to perfect and coordinated cascade of cellular, molecular and biochemical components that interact to reconstitute tissue occurs. Diabetes mellitus is a risk factor for burns. Diabetic patients with burns have higher rates of sepsis, infection and complications. Wounds in diabetic patients revascularization and inhibition of low expression of growth factors compared to nondiabetic patients with burns injury to heal. **Objective:** To demonstrate the clinical studies on the changes of the healing process in burn patients with diabetes mellitus. **Methods:** A literature review on clinical trials held in the databases of BIREME, Burns, LILACS, MEDLINE, PubMed, and SciELO. Books and print journals in the period 2002 to 2012 was selected, using the following keywords: burn, wound healing, diabetes mellitus and tissue repair. **Results:** Studies claim that there is a differentiation in the repair process in diabetic subjects has been described as a delayed healing, evidenced particularly in the inflammatory phase where there is a delay due to factors associated with diabetes such as decreased blood flow, sepsis and other leading to complications in the repair. **Conclusion:** Diabetes mellitus alters the healing process exacerbating and prolonging the time to repair the injury. There is a need for other more specific studies to identify the phase of greater commitment, aiding in the intervention process.

**KEYWORDS:** Burns. Diabetes mellitus. Wound healing. Risk factors.

- 
1. Fisioterapeuta do Pronto Socorro para Queimaduras, Goiânia, GO, Brasil.
  2. Fisioterapeuta Especialista em Fisioterapia Hospitalar, Fisioterapeuta do Pronto Socorro para Queimaduras, Goiânia, GO, Brasil.
  3. Fisioterapeuta Especialista em Ventilação Mecânica, Fisioterapeuta do Pronto Socorro para Queimaduras, Goiânia, GO, Brasil.
  4. Fisioterapeuta na Empresa Solo Pilates, Goiânia, GO, Brasil.

**Correspondência:** Monise Gabriela Lino de Andrade  
Rua C-136 Qd.561 Lt.07 – Jardim América – Goiânia, GO, Brasil – CEP 74275-050  
E-mail: monisegabriela@gmail.com  
Artigo recebido: 11/12/2012 • Artigo aceito: 5/2/2013

Queimaduras são feridas traumáticas causadas, na maioria das vezes, por agentes térmicos, químicos, elétricos ou radioativos. Atuam nos tecidos de revestimento do corpo humano, determinando destruição total ou parcial da pele e seus anexos, podendo atingir camadas mais profundas, tais como tecido subcutâneo, músculos, tendões e ossos<sup>1</sup>.

Quando ocorre queimadura, as funções normais da pele ficam reduzidas, provocando alterações fisiológicas, como perda da barreira protetora contra infecções, perda de líquidos corporais e destruição de glândulas. Há exposição do colágeno, provocando a ativação e liberação de histamina pelos mastócitos, que levará a aumento da permeabilidade capilar do organismo, evoluindo para edema tecidual, ou seja, hipovolemia, fase que tem início nas primeiras 24 horas após lesão, podendo prolongar-se até 72 horas. Alterações, tais como vasodilatação das veias e hemoconcentração, que resultam na perda de líquido, também estão presentes. Após essa fase hipovolêmica e de aumento de permeabilidade, temos a volta dos poros capilares ao tamanho normal, aprisionando todo o coloide existente na área queimada e sustentando o edema tecidual<sup>2</sup>.

As alterações que ocorrem no sistema imune estão ligadas à perda de integridade tecidual, comprometendo a barreira protetora do organismo. Aproximadamente no 6º dia após lesão há esgotamento dos fatores imunes, deixando o organismo sujeito à sepse. As principais alterações são queda do número de linfócitos T, 48 horas após o trauma com inversão da relação CD8/CD4; diminuição de citocinas, com consequente redução da quimiotaxia, diapedese e ativação de monócitos e liberação de substâncias imunossupressoras<sup>2</sup>.

A resposta metabólica na fase inicial apresenta hipometabolismo, com diminuição do débito cardíaco, do consumo de oxigênio e taxa metabólica basal. Em seguida, há a fase hipermetabólica, na qual aumenta a necessidade de certos substratos importantes para o organismo, necessitando de suporte nutricional<sup>2</sup>.

O consumo energético pode ser três vezes superior ao normal, para o gasto em repouso, dando suporte a cicatrização, circulação hiperdinâmica e fluxo proteico. A glicose sob a forma de glicogênio é rapidamente consumida, glicogênio hepático e muscular é consumido em poucos dias após lesão, necessitando de um mecanismo para nova síntese de glicose. Em geral, o objetivo do suporte nutricional ao paciente queimado consiste em diminuir as perdas proteicas, evitando a perda de massa magra do paciente.

Estudos relatam que, diante de uma lesão tecidual ocasionada pela queimadura, ocorre uma alteração do organismo do indivíduo, sendo possível maior comprometimento se o indivíduo for portador de alguma doença sistêmica que contribua para prolongar o seu reparo tecidual, como é o caso dos portadores de diabetes mellitus<sup>3</sup>.

De acordo com as Diretrizes de 2009 da Sociedade Brasileira de Diabetes, o diabetes mellitus é um grupo de enfermidades metabólicas caracterizadas por hiperglicemia (aumento dos níveis de glicose no sangue), resultado de defeitos na secreção de insulina, em sua ação, ou ambos. Trata-se de uma complexa doença, na qual coexiste um transtorno global do metabolismo dos carboidratos, lipídios e proteínas. Apresenta múltiplos fatores implicados em sua patogênese<sup>4</sup>.

A epidemia da diabetes mellitus ainda está em curso. Em 1985, estimava-se haver 30 milhões de adultos com diabetes mellitus no mundo; esse número cresceu para 135 milhões em 1995, atingindo 173 milhões em 2002, com projeção de atingir 300 milhões em 2030<sup>5</sup>. Cerca de 2/3 dos indivíduos com diabetes mellitus vivem em países em desenvolvimento, em que a epidemia tem maior intensidade, com crescente proporção de pessoas afetadas em grupos etários mais jovens<sup>5</sup>.

No paciente diabético, ocorre dificuldade de cicatrização das feridas, devido ao comprometimento da perfusão sanguínea, evitando adequado fornecimento de oxigênio, nutrientes e antibióticos, principalmente nos membros inferiores. Isso leva à desorganização dos estágios iniciais de reparo, ocasionando atraso no processo de regeneração tecidual<sup>6</sup>.

A cicatrização de feridas é um processo íntegro e complexo, que envolve atividade celular e quimiotática, com liberação de mediadores químicos e respostas vasculares. Na derme lesionada, ocorre uma série de eventos que levam à regeneração e à restauração do tecido lesionado.

O processo de cicatrização normal pode ser dividido em três etapas: inflamatória; proliferativa e remodelamento<sup>7</sup>. A fase inflamatória tem início imediato após a lesão; a proliferativa é responsável pela reconstituição epidérmica, a chamada reepitelização; e na fase de remodelamento ocorre deposição de tecido neoformado, que contribui para maturação de tecido cicatricial<sup>7</sup>.

Em indivíduos portadores de diabetes essas fases podem sofrer alterações, sendo necessárias outras intervenções para o auxílio do processo de cicatrização que pode estar comprometido, devido a processos infecciosos na lesão, ou alterações metabólicas relacionadas à diabetes<sup>3</sup>.

O presente artigo tem intuito de contribuir realizando um levantamento de evidências quanto a alterações do processo de cicatrização de lesões por queimaduras em indivíduos portadores de diabetes mellitus.

## MÉTODO

Foi realizado um estudo de revisão da literatura científica nacional e internacional utilizando os bancos de dados MEDLINE, LILACS, COCHRANE, SciELO, Burns, Livros e Google Scholar,

sendo selecionados artigos publicados nos últimos dez anos, abordando evidências do processo de cicatrização de queimaduras em indivíduos diabéticos.

Os seguintes descritores foram utilizados em várias combinações na língua portuguesa: 1) queimaduras; 2) fisioterapia; 3) diabetes mellitus; 4) cicatrização de queimaduras; 5) diabetes e cicatrização.

A pesquisa Bibliográfica incluiu artigos originais, artigos de revisão, estudos randomizados, editoriais e diretrizes, escritos nas línguas inglesa e portuguesa, bem como livros.

## RESULTADOS

A Tabela I descreve os estudos clínicos encontrados na literatura sobre o processo de cicatrização de queimaduras em indivíduos portadores de diabetes mellitus.

**TABELA I**  
**Resumo dos estudos clínicos com abordagem no processo de cicatrização de queimaduras em portadores de DM.**

ESTUDO	MÉTODO	PARTICIPANTE E INTERVENÇÃO	OBJETIVO	RESULTADOS	CONCLUSÃO
Chan et al. 2006	Ensaio clínico sobre o efeito do fator de crescimento derivado de plaquetas recombinantes (Regranex) no fechamento de feridas em ratos geneticamente diabéticos	Os ratos utilizados para o estudo foram divididos em grupos de 8	Determinar a eficácia do fator de crescimento derivado de plaquetas no fechamento de feridas em ratos diabéticos	A taxa de fechamento da ferida foi analisada por planimetria computadorizada. A quantidade de tecido de granulação foi determinada histologicamente. Os dados encontrados afirmam que os ratos diabéticos exibem atraso significativo na cicatrização. No estudo, a aplicação do tópico Regranex não diminuiu o tempo de cicatrização da ferida, mas houve aumento significativo de tecido de granulação	Conclui-se que a aplicação tópica de Regranex não acelerou o tempo de fechamento da ferida, mas houve aumento significativo do tecido de granulação. O estudo atual utilizando Regranex conseguiu reproduzir estudos passados que afirmavam que o fator de crescimento derivado de plaquetas auxiliaria no processo de cicatrização em camundongos prejudicado pela presença de diabetes
Singer et al. <sup>15</sup> , 2009	Estudo comparativo entre cicatrização de queimaduras de espessura parcial em porcos normais e diabéticos. A hipótese desse estudo é que a cicatrização da ferida seria adiada nos suínos diabéticos			Diabetes mellitus foi induzido quimicamente em três porcos domésticos por injeção intravenosa de estreptozotocina 130 mg/kg, durante 30 minutos. Os níveis de glicose foram mantidos entre 250 e 500 mg/dl. Três semanas mais tarde, queimaduras nos flancos foram criadas nos porcos diabéticos e nos não-diabéticos. As queimaduras foram tratadas com antibióticos tópicos. O principal resultado foi a reepitelização do tecido. Nos porcos diabéticos, houve menor ganho de peso e a pele foi considerada mais fina do que os porcos do controle. A reepitelização da ferida foi menor em suínos diabéticos do que em suínos normais	Conclui-se que existe atraso na cicatrização no grupo diabético, mas ainda não é claro se o atraso na cicatrização é decorrente da pele mais fina ou das consequências metabólicas da diabetes ou a sua combinação
Meireles et al. <sup>3</sup> , 2009	Ensaio clínico controlado prospectivo seleção aleatória de grupos	N: 30. Ratos Wistar em dois grupos (N=15). Um deles induzido ao diabetes mellitus com estreptozotocina 60mg/kg. Intervenção: Grupo Controle: 15 ratos não-diabéticos com queimadura em dorso. Grupo Diabético: 15 ratos diabéticos com queimadura em dorso. Foram alocados subgrupos de 3, 5, 7, 14 e 21 dias		Os resultados demonstraram, nos animais diabéticos, alterações no início da formação do tecido de granulação, aumento de células da inflamação aguda até o sétimo dia, aumento da síntese de tecido de granulação e seus componentes no quinto e sétimo dias e diminuição dos mesmos a partir do 14º dia e ausência de formação de crosta quando comparados aos animais do grupo controle	O presente estudo afirma que o diabetes mellitus altera os períodos de formação do tecido de granulação, além de exacerbar e prolongar o tempo da inflamação aguda no processo de reparo de queimaduras de terceiro grau em dorso de ratos Wistar

**TABELA I**  
**Resumo dos estudos clínicos com abordagem no processo de cicatrização de queimaduras em portadores de DM.**

ESTUDO	MÉTODO	PARTICIPANTE E INTERVENÇÃO	OBJETIVO	RESULTADOS	CONCLUSÃO
Schwartz et al., 2011	Análise prospectiva, antes das admissões de pacientes portadores de diabetes no centro de tratamento para queimaduras	40 sujeitos apresentados, 24 diabéticos e 16 não-diabéticos	Determinar as características da ferida juntamente com a resposta global às lesões que podem prever maus resultados aos pacientes diabéticos	Foi realizado um estudo observacional em diabéticos e não-diabéticos, prospectivamente pareados por idade e tamanho de queimadura. Foi analisado o tempo de fechamento da ferida documentado por meio de fotografias em série. O tempo para fechamento das feridas foi maior no grupo de diabéticos, mesmo tendo maior número de enxertias. Isso sugere que a excisão e enxertia em pacientes diabéticos não pode por si só ser suficiente para garantir o fechamento rápido da ferida	Esse estudo prospectivo confirma atrasos significativos no processo de cicatrização das feridas. Os esforços continuam para identificar fatores modificáveis, especialmente para criação de uma base de intervenção para melhorar o atendimento
Paccanaro et al. <sup>20</sup> , 2009	Análise retrospectiva de casos de internação por queimadura em pés diabéticos no Hospital do Servidor Público Municipal e Hospital Municipal Carmino Caricchio, entre janeiro de 2003 e dezembro de 2007. Análise dos casos quanto a idade, gênero, data, tipo de diabetes e tratamento do diabetes, superfície corpórea queimada, uso de antibióticos, dias de internação hospitalar e tratamento da queimadura			Foram identificados oito casos, representando 0,5% das internações na unidade de tratamento de queimados. Todos foram acidentais por escaldamento. Seis (75%) pacientes eram do sexo masculino e dois (25%) do sexo feminino. A idade média foi de 65,9 anos e mediana de 68,5 anos. Sete (87,5%) pacientes sofreram sua queimadura durante os meses de inverno e um (12,5%) durante a primavera. A superfície corporal queimada (SCQ) variou de 0,5% a 8%, com média de 3,5% e mediana de 2,25%. O início do período de internação ocorreu, em média, 8,25 dias após o acidente que ocasionou a queimadura. A média de dias de internação foi de 21,1 dias e a mediana foi de 12,5 dias, sendo dois pacientes internados em UTI. Um paciente faleceu. Sete (87,5%) pacientes receberam antibióticos pela via sistêmica. Procedimentos cirúrgicos foram necessários em sete (87,5%) pacientes. Dois (25%) pacientes foram submetidos a amputação	Queimaduras em pés de pacientes diabéticos determinaram a necessidade de procedimentos cirúrgicos e internação prolongada. Podem definir a necessidade de amputações, podendo determinar o óbito, dependendo das condições clínicas do paciente e da gravidade da queimadura. O fundamental é a prevenção desses acidentes

## DISCUSSÃO

Os tecidos do corpo humano estão sujeitos a desarranjos, sendo necessário um sistema de reparo tissular para restauração de suas funções, e, mesmo com todas as diferenças entre os componentes do corpo humano, a maioria segue um processo fisiológico de cicatrização com formação do arcabouço colágeno e fibroblastos, o qual, após reepitelização, é denominado cicatriz<sup>8</sup>.

O processo de cicatrização é comum a todas as feridas, independentemente do agente causal. Como já observado, a cicatrização

de feridas consiste em perfeita e coordenada cascata de eventos celulares, moleculares e bioquímicos, que interagem para que ocorra reconstituição tecidual.

Segundo Campos et al.<sup>9</sup>, os mecanismos da cicatrização numa sequência ordenada foram descritos por Carrel, em 1910, e divididos, posteriormente, em cinco elementos principais, que são: inflamação, proliferação celular, formação de tecido granulado, contração e remodelamento da lesão.

Posteriormente a essa divisão, a cicatrização foi dividida em três fases:

1. Inflamatória, em que ocorre vasoconstrição e fechamento dos vasos, durando aproximadamente 5 a 10 minutos;
2. Vasodilatação, fase proliferativa em que ocorre a reparação do tecido conjuntivo e epitelial;
3. Fase de maturação, na qual há remodelação do colágeno e regressão endotelial<sup>9</sup>.

Entre os fatores que podem dificultar o processo cicatricial, estão os sistêmicos relacionados ao paciente, como idade, nutrição, doenças crônicas como diabetes mellitus, insuficiências vasculares (a úlcera venosa representa de 70% a 90% dos casos de úlceras nos membros inferiores), uso de medicamentos como anti-inflamatórios, antibióticos e esteroides e tratamento tópico inadequado e os fatores sociodemográficos em indivíduos com baixo nível socioeconômico, com condições inadequadas de higiene<sup>10</sup>.

Estudos histológicos revelam que não há diferença entre o reparo de queimaduras e de outras lesões cutâneas<sup>3</sup>. Entretanto, pacientes portadores de diabetes mellitus têm sido associados clinicamente a um processo cicatricial mais demorado e alguns fatores típicos de lesões provenientes de danos térmicos, como a cicatrização por segunda intenção, podem tornar mais grave o quadro desse tipo de reparo tecidual nesses pacientes.

Lesões em indivíduos diabéticos são definidas como uma perda de epitélio e podem se estender à derme e camadas mais profundas. Entretanto, as lesões em diabéticos demoram para cicatrizar, em decorrência de uma série de fatores moleculares e celulares do processo de cicatrização. As principais são: alta concentração de metaloproteinases (MMPs), neuropatia, alta probabilidade de infecção e resposta inflamatória não-fisiológica, estresse oxidativo, formação excessiva de AGEs (produtos de glicoxidação avançada), neoangiogênese deficiente, desbalanço entre metabolismo e entrega de nutrientes, concentrações inadequadas de fatores de crescimento e reguladores de expressão gênica e anormalidades celulares<sup>11</sup>.

A patogênese exata da má cicatrização de feridas em portadores de diabetes ainda não está completamente esclarecida, mas evidências de estudos envolvendo modelos humanos e animais diabéticos revelam várias anormalidades nas fases do processo de cicatrização da ferida<sup>3</sup>.

Vários estudos afirmam que há uma diferenciação, melhor definida como um retardo no processo de cicatrização das lesões por queimaduras em indivíduos diabéticos, mas ainda não foi possível a identificação de qual fase de reparo é responsável por esse atraso.

Memmel et al.<sup>12</sup> relatam que o diabetes mellitus atua não só como fator de risco para queimaduras em extremidades como é fator de gravidade e complicações. Pacientes diabéticos com queimaduras apresentam maior índice de sepse e infecção da ferida da queimadura. Feridas em diabéticos apresentam inibição da revascularização e baixa

expressão de fatores de crescimento em relação a queimaduras em não-diabéticos, com prejuízo à cicatrização<sup>13</sup>.

No estudo de Meireles et al.<sup>3</sup>, no qual foram analisados ratos diabéticos e não-diabéticos, os animais do grupo experimental sofreram indução de diabetes tipo I, porém no período experimental não receberam insulina. Esse fato levou à glicemia descompensada proposital, uma vez que o objetivo era simular a cicatrização em diabéticos, sendo esses pacientes que não têm acesso ao tratamento, seja por dificuldades financeiras ou por desconhecimento da afecção.

Ainda no estudo de Meireles et al.<sup>3</sup>, observou-se que as células da inflamação aguda, nos períodos de três e sete dias, estavam em quantidade maior no grupo de animais diabéticos. Esses eventos podem estar relacionados à dificuldade de fluxo sanguíneo.

Alterações no fluxo sanguíneo podem afetar a distribuição dos nutrientes das células, assim como a dos componentes do sistema imune do corpo. Essas condições prejudicam a capacidade do organismo em transportar células de defesa e antibióticos administrados, o que dificulta o processo de cicatrização<sup>14</sup>.

Meireles et al.<sup>3</sup> notaram que, entre o quinto e o 14º dia, houve variação em relação à quantidade do tecido de granulação e seus componentes, que ora estavam em quantidade aumentada e ora em quantidade reduzida. Essa variação provavelmente se relaciona aos efeitos de uma inflamação aguda muito intensa, que culmina com uma lise tecidual exacerbada. Outro fator observado foi a ausência da crosta de fibrina no grupo de animais diabéticos, sendo observado no grupo controle desde o sétimo até o 20º dia.

A formação de uma crosta de fibrina é importante, pois atua como uma barreira mecânica entre o meio externo e o tecido conjuntivo, protegendo e permitindo um melhor reparo, além de construir uma rede que permite a migração das células e dificulta o processo infeccioso<sup>3</sup>.

Singer et al.<sup>15</sup> compararam a cicatrização de porcos diabéticos e não-diabéticos, sendo a queimadura de espessura parcial. Foi realizado controle das taxas de glicemia e as lesões foram tratadas com antibióticos tópicos. Como resultado, observou-se que a reepitelização foi menor em porcos diabéticos.

Segundo Mendonça & Coutinho-Netto<sup>16</sup>, a atividade de enzimas voltadas para a degradação do colágeno aumenta a ação em 14%, a glicosilação das fibras em formação aumenta em torno de 48%, ao passo que as ligações importantes no processo de síntese de colágeno, como a hidroxilação da prolina, têm sua atividade reduzida em cerca de 39%, estando esses eventos diretamente relacionados ao aumento da glicemia, que pode contribuir para o retardo da ação celular no reparo tecidual.

Segundo a literatura, um dos fatores importantes para o reparo tecidual é o estado nutricional do indivíduo, devido à especificidade de elementos como a proteínas, que favorecem a resposta inflamatória e a síntese de colágeno com a remodelação da ferida.

Os carboidratos fornecem energia aos leucócitos e fibroblastos, as gorduras reservam energia, as vitaminas A e C promovem a linfocitose e a síntese de colágeno e epitelização. A vitamina K atua no processo de coagulação, o complexo B favorece a ligação do colágeno, o zinco auxilia na proliferação celular e epitelização, além de aumentar a resistência do colágeno<sup>17</sup>.

Pelo fato de o diabetes ser diretamente relacionado ao metabolismo de carboidratos, proteínas e gorduras, a nutrição desempenha importante papel no seu controle. Até o advento da terapia insulínica, pela ausência de outros recursos disponíveis, apenas o tratamento dietético viabilizava o controle da doença. Acreditava-se que a restrição de diversos alimentos seria a melhor forma de tratamento, pois preveniria a elevação glicêmica. Tal conduta, porém, provocava desnutrição grave, conduzindo os indivíduos à morte precoce<sup>18</sup>.

Os indivíduos diabéticos devem ingerir uma dieta balanceada, que forneça macro e micronutrientes essenciais e em quantidades corretas. O acompanhamento nutricional deve ter por objetivo o equilíbrio da glicemia, prevenção de riscos cardiovasculares, visando o controle de lipídeos e lipoproteínas plasmáticas, além de mediar os processos inflamatórios; com a finalidade de diminuir o desenvolvimento de complicações<sup>18</sup>.

Indivíduos que sofrem injúrias teciduais necessitam de um suporte nutricional imediato, pois a lesão desencadeia aumento do metabolismo basal, hipermetabolismo acompanhado de catabolismo exagerado de proteína e excreção de nitrogênio urinário aumentado (acima de 40 g/dia), sendo que a proteína também é perdida por meio do exsudato da ferida da queimadura<sup>19</sup>.

O estado nutricional individual possui um papel primordial na prevenção e no tratamento de feridas. A reparação e a reconstrução de tecidos humanos requerem quantidades adequadas de energia, proteínas, vitaminas e minerais para alimentar os seus mecanismos fisiológicos<sup>19</sup>.

Paccanaro et al.<sup>20</sup> afirmam, após análise retrospectiva dos casos de internação por queimadura em pés diabéticos, no Hospital do Servidor Público Municipal e Hospital Municipal Carmino Carichio, entre janeiro de 2003 e dezembro de 2007, que os pés são a principal região anatômica acometida por queimaduras. Essas queimaduras, em sua maioria, são provocadas por desinformação em relação a cuidados que indivíduos diabéticos devem atentar-se, principalmente em ambientes domésticos, para evitar acidentes.

Essa incidência de queimaduras em pés diabéticos deve-se à presença da neuropatia periférica, uma das principais complicações, que muitos dos diabéticos desenvolvem ao longo da evolução da doença<sup>17</sup>.

A neuropatia periférica prejudica a cicatrização, devido à redução de estímulos (mediadores) da inflamação liberados por terminações nervosas, caracterizada por formigamento, dor e

dormências que se agravam à noite. Na tentativa de aliviar os sintomas da neuropatia, os pacientes utilizam imersão e compressas com água aquecida, esquecendo-se que a neuropatia afeta a sensibilidade tátil, dolorosa e térmica da região distal do membro, especialmente os pés<sup>14,21</sup>.

Pacientes diabéticos com queimaduras apresentam maior índice de sepse e infecção da ferida da queimadura. Feridas em diabéticos apresentam inibição da revascularização e baixa expressão de fatores de crescimento em relação a queimaduras em não-diabéticos, com prejuízo à cicatrização<sup>13,20</sup>.

Quando ocorrem lesões por queimaduras em indivíduos diabéticos, há, inicialmente, retardo no afluxo de células inflamatórias para o local do ferimento, mas, quando estas células se estabelecem, ocorre, então, estado de inflamação crônica, prevenindo a deposição de componentes da matriz, o remodelamento e, finalmente, o fechamento da ferida<sup>22</sup>.

A resposta inflamatória é acompanhada pela interação de agentes inflamatórios que estimulam a liberação de moléculas pró-inflamatórias, como o TNF- $\alpha$  e as metaloproteinases (MMPs) destruidoras da matriz, as quais limitam o fechamento da ferida. Além disso, desarranjos na atuação dos fibroblastos podem causar a redução da deposição necessária do colágeno, comprometendo ainda mais o processo normal de cicatrização<sup>23</sup>.

Panobianco et al.<sup>24</sup>, em estudo transversal e quantitativo, verificaram a eficiência do processo de cicatrização pós-cirúrgica entre mastectomizadas diabéticas e não-diabéticas. Foram verificadas alterações no processo de cicatrização das diabéticas, resultando em dados para um aprimoramento de estratégias de controle do diabetes e melhora da cicatrização.

Segundo Panobianco et al.<sup>24</sup>, o tamanho da cicatriz pode variar se houver complicações na cicatrização. O diabetes pode prejudicar os fatores intrínsecos da cicatrização, como os fatores de crescimento e a matriz extracelular, fazendo com que o processo se dê predominantemente por granulação e epitelização, quase não havendo contração das bordas da ferida, atividade necessária para reparo.

Mesmo com a epitelização superficial normal, a cicatrização profunda está comprometida no paciente diabético (que necessita da produção de colágeno alterada pelo distúrbio metabólico, excesso de protease e reduzida atividade fibroblástica); o que aumenta a chance de ocorrerem problemas na cicatrização e, conseqüentemente, uma cicatriz de aspecto menos estético se comparada a uma cicatriz sem complicações<sup>24</sup>.

O mais importante para evitar as complicações de reparo tecidual é a prevenção contra acidentes que causam queimaduras, principalmente em portadores de afecções como o diabetes mellitus, que devido ao comprometimento metabólico do indivíduo pode causar complicações graves no processo de reparo tecidual.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pacientes diabéticos apresentam altos índices de mortalidade e morbidades, não em decorrência do aparecimento de lesões crônicas, mas ao fato de serem susceptíveis a infecções. Pacientes diabéticos acometidos por queimaduras estão sujeitos a esse processo infeccioso, contribuindo para o retardo da cicatrização da lesão. O diabetes mellitus altera o processo de cicatrização, exacerbando e prolongando o tempo de reparo tecidual. O presente estudo fez uma abordagem dos casos de estudos clínicos na temática das alterações do processo de cicatrização de queimaduras em diabéticos, podendo concluir que essa afecção metabólica tem interferência no processo de cicatrização. Faz-se necessário dar mais ênfase à prevenção de acidentes, principalmente com indivíduos diabéticos, e, caso aconteça, informar os devidos cuidados a serem tomados para evitar transtornos como as complicações no processo de cicatrização.

## REFERÊNCIAS

- Maciel Júnior EML, Serra MCVF, eds. Tratado de Queimaduras. São Paulo: Atheneu; 2004.
- Serra MCVF, Gomes DR, Crisóstomo MR. Fisiologia e fisiopatologia. In: Maciel Júnior EML, Serra MCVF, eds. Tratado de Queimaduras. São Paulo: Atheneu; 2004. p.37-42.
- Meireles GCS, Oliveira PC, Moura AP, Santos JN, Pinheiro ALB. A influência do diabetes mellitus na cronologia do reparo de queimaduras. C&D - Rev Eletrônica Fainor. 2009;2(1):77-86.
- Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes-2009. 3ª ed. Itapevi: A. Araújo Silva Farmacêutica; 2009. 400p.
- World Health Organization. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus. Geneva: WHO; 1999. 66p.
- Stefanello TD, Hamerski CR. Tratamento de úlcera de pressão através do laser AsGa de 904 nm: um relato de caso. Arq Ciênc Saúde Unipar. 2006;10(2):99-103.
- Piccolo MT, Piccolo MS, Piccolo NS. Processo de cicatrização. In: Maciel Júnior EML, Serra MCVF, eds. Tratado de queimaduras. São Paulo: Atheneu; 2004. p.583-90.
- Isaac C, Ladeira PRS, Rêgo FMP, Aldunate JCB, Tutihashi RMC, Ferreira MC. Alterações no processo de reparo fisiológico. Rev Bras Queimaduras. 2011;10(2):61-5.
- Campos ACL, Borges-Branco A, Groth AK. Wound healing. ABCD Arq Bras Cir Dig. 2007;20(1):51-8.
- Pinto MVM, Anjos CB, Lopes DV, Santos HR, Silva ALS, Barbosa LG, et al. Influência da laserterapia de 632,8 nm por 150 mW na cicatrização de úlcera diabética: relato de caso. Rev Dor. 2009;10(2):194-9.
- Ladeira PRS, Isaac C, Paggiaro AO, Hosaka EM, Ferreira MC. Úlceras nos membros inferiores de pacientes diabéticos. Rev Med (São Paulo). 2011;90(3):122-7.
- Memmel H, Kowal-Vern A, Latenser BA. Infections in diabetic burn patients. Diabetes Care. 2004;27(1):229-33.
- Lin C, Qiao L, Zhang P, Chen GX, Xu JJ, Yang N, et al. Comparison of the burn wound and diabetic ulcer wound. Zhonghua Shao Shang Za Zhi. 2007;23(5):339-41.
- Halfoun VLRC, Fernandes TJ, Pires MLE, Braun E, Cardozo MGT, Bahbout GC. Estudos morfológicos e funcionais da microcirculação da pele no diabetes mellitus. Arq Bras Endocrinol Metab. 2003;47(3):271-9.
- Singer AJ, Taira BR, McClain SA, Rooney J, Steinhoff N, Zimmerman T, et al. Healing of mid-dermal burns in a diabetic porcine model. J Burn Care Res. 2009;30(5):880-6.
- Mendonça RJ, Coutinho-Netto J. Aspectos celulares de cicatrização. An Bras Dermatol. 2009;84(3):257-62.
- Alcantara C, Alcantara VCS. Cicatrização de lesões causadas por erisipela em um paciente diabético. Com Ciências Saúde. 2009;20(2):173-84.
- Lottenberg AMP. Características da dieta nas diferentes fases da evolução do diabetes melito tipo I. Arq Bras Endocrinol Metab. 2008;52(2):250-9.
- Medeiros NI, Schott E, Silva R, Czarnobay SA. Efeitos da terapia nutricional enteral em pacientes queimados atendidos em hospital público de Joinville/SC. Rev Bras Queimaduras. 2009;8(3):97-100.
- Paccanaro RC, Miranda RE, Pinheiro LF, Calil JA, Gragnani A, Ferreira LM. Queimadura nos pés de pacientes diabéticos. Rev Bras Queimaduras. 2009;8(1):23-7.
- Porciúncula MVP, Rolim LCP, Garofolo L, Ferreira SRG. Análise de fatores associados à ulceração de extremidades em indivíduos diabéticos com neuropatia periférica. Arq Bras Endocrinol Metab. 2007;51(7):1134-42.
- Gamba MA, Gotlieb SLD, Bergamaschi DP, Vianna LAC. Amputações de extremidades inferiores por diabetes mellitus: estudo-caso controle. Rev Saúde Pública. 2004;38(3):399-404.
- Barbosa JHP, Oliveira SL, Seara LT. O papel dos produtos finais da glicação avançada (AGEs) no desencadeamento das complicações vasculares do diabetes. Arq Bras Endocrinol Metab. 2008;52(6):940-50.
- Panobianco MS, Sampaio BAL, Caetano EA, Inocenti A, Gozzo TO. Comparação da cicatrização pós-mastectomia entre mulheres portadoras e não-portadoras de diabetes mellitus. Rev Rene. 2010;11:15-22.

Trabalho realizado no Pronto Socorro para Queimaduras, Goiânia, GO, Brasil.