

# Proposição de método simples e barato para o estudo dinâmico da sudorese na pele restaurada pós-queimaduras de segundo grau

## *Proposal of simple and inexpensive method for the dynamic study of sweating in skin restored after second-degree burns*

David S. Gomez<sup>1</sup>, Urio Mariani<sup>1</sup>, Rolf Gemperli<sup>1</sup>, Adolfo A. Leirner<sup>2</sup>, Marcelo Mazzetto<sup>3</sup>, João R. Sampel<sup>4</sup>, Marcus Castro Ferreira<sup>5</sup>

### RESUMO

**Introdução:** Um sistema integrado para estimular a sudorese e avaliá-la dinamicamente e continuamente com o uso de gravação digital é descrito nesse artigo. **Método:** Consiste de um pequeno aparelho portátil para estimular a sudorese, funcionando a bateria de 9 volts. As gotas de suor produzidas são monitoradas e podem ser sequencialmente fotografadas ou continuamente gravadas em vídeo digital por câmera posicionada a certa distância da pele. As imagens são então analisadas por um programa de computador capaz de contar as gotas em momentos específicos, podendo-se acompanhar o desenvolvimento delas até sua confluência. **Conclusão:** O pequeno tamanho e peso do equipamento fazem-no facilmente transportável. É possível, assim, a gravação continuada e análise dinâmica da sudorese, utilizando um método nacional, simples, barato e pouco trabalhoso.

**DESCRIPTORIOS:** Sudorese. Iontoforese. Queimaduras. Tegumento comum. Gravação em vídeo.

### ABSTRACT

**Introduction:** An integrated system to stimulate sweating and evaluate it through dynamic and continuous digital recording is described in this article. **Methods:** It consists of a small portable device to stimulate sweating, running a 9-volt battery. The drops of sweat produced are monitored and can be photographed sequentially or continuously recorded on digital video by camera positioned at some distance from the skin. The images are then analyzed by software able of counting the drops at specific time, being able to monitor their development to its confluence. **Conclusion:** The small size and weight make it easily transportable. It is thus possible to record continuous and dynamic analysis of sweating, using a national method, simple, cheap and not very laborious.

**KEYWORDS:** Sweating. Iontophoresis. Burns. Integumentary system. Video recording.

- 
1. Cirurgião plástico da Divisão de Cirurgia Plástica e Queimaduras do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP), São Paulo, SP, Brasil.
  2. Médico, Engenheiro Eletrônico da Divisão de Bioengenharia do Instituto do Coração (InCor) do HCFMUSP, São Paulo, SP, Brasil.
  3. Engenheiro Eletrônico da Divisão de Bioengenharia do InCor do HCFMUSP, São Paulo, SP, Brasil.
  4. Técnico em Eletrônica da Divisão de Bioengenharia do InCor do HCFMUSP, São Paulo, SP, Brasil.
  5. Professor titular da Disciplina de Cirurgia Plástica do HCFMUSP São Paulo, SP, Brasil.

**Correspondência:** David S. Gomez  
Hospital das Clínicas da FMUSP — Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 255 — Disciplina de Cirurgia Plástica — Instituto Central — 8º andar — São Paulo, SP, Brasil — CEP 05403-900  
E-mail: davgomez@usp.br  
Artigo recebido: 14/6/2011 • Artigo aceito: 3/9/2011

A pele restaurada (PR) pós-queimadura vem sendo objeto de estudo na Divisão de Queimaduras do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo há algum tempo. Tal interesse deve-se à grande ocorrência desse tipo de tegumento nos doentes portadores de queimaduras, chegando a 80% do total do tegumento curado<sup>1</sup>, tendo se constituído, inclusive, em assunto de duas Teses de Doutorado<sup>2,3</sup>.

Sua importância decorre também do fato de serem escassos na literatura trabalhos prévios estudando esse tegumento restaurado.

Cientes de sua importância, continuamos nessa linha de pesquisa e nos propusemos a avaliar a capacidade sudorípara dessa pele, uma vez que sabemos que queimaduras de terceiro grau, cicatrizadas espontaneamente ou enxertadas, não suam.

Assim sendo, um doente hipotético com 20% de queimadura de segundo grau, associada a mais 20% de terceiro grau, necessitaria ainda de algo a mais de 20% de superfície corpórea como área doadora para enxertia laminar nas áreas de terceiro grau. Se houver comprometimento importante da sudorese também nos 40% da pele restaurada (20% das queimaduras de 2º grau e 20% das áreas doadoras), pode-se concluir que haja provável comprometimento da homeostase térmica do indivíduo, que ficaria, assim, com 60% de sua superfície corpórea prejudicada na dissipação de calor. Esse prejuízo na sudorese acarretaria, também, alteração nas funções normais da pele do doente, como ressecamento, descamação, prurido e dificuldade de preensão quando a pele acometida for da região palmar.

A preocupação em se obter métodos ideais que evidenciem a sudorese remonta à década de 20 do século passado<sup>4</sup>. Desde então, a literatura descreve métodos com algumas variações, tanto no que se refere ao estímulo da sudorese, quanto à detecção e à documentação da mesma.

Para provocar a sudorese, são descritos métodos que vão desde o simples estímulo térmico<sup>5</sup>, à injeção intradérmica de drogas, como a metilcolina<sup>6</sup>, até a introdução do fármaco na derme utilizando-se a iontoforese<sup>7</sup>, com corrente elétrica contínua<sup>8</sup> ou alternada.

Julgamos confiável e pouco invasivo o método que utiliza a iontoforese para administrar percutaneamente estimulantes da sudorese, razão pela qual o escolhemos para estudar a sudorese em pele restaurada pós-queimadura. Começamos utilizando um aparelho como o descrito por Gibson & Cooke<sup>8</sup>, que fornece corrente contínua, e usando eletrodos grandes de chumbo, o positivo, sobre material esponjoso embebido em cloridrato de pilocarpina a 2%, e o negativo, sobre NaCl a 0,9%. Depois de repetidas tentativas, não conseguimos constância da sudorese. Verificamos, também, que esse aparelho, assim como outros similares, tem um tamanho

relativamente grande, o que dificultava seu transporte, juntamente com os eletrodos e outros materiais necessários à execução da iontoforese para produção de suor. Além disso, era necessário que dispuséssemos de uma tomada de energia elétrica no local para ligar o aparelho, o que com frequência causa preocupação aos pacientes estudados.

Com o intuito de superar esses problemas e obtermos maior facilidade operacional, optamos por reduzir o tamanho do aparelho e lhe fornecer energia oriunda de baterias. O projeto foi viabilizado na Divisão de Bioengenharia do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InCor-HCFMUSP).

Quanto ao registro da sudorese, são várias as dificuldades relatadas na literatura. O método ideal seria aquele que reunisse várias qualidades, dentre as quais podemos citar: 1) simplicidade; 2) eficácia constante; 3) boa visualização do suor; 4) durabilidade do registro da sudorese; 5) baixo custo; 6) não causar manchas indelévels na pele ou em tecidos empregados para sua limpeza. Os métodos tradicionalmente descritos na literatura atendem a poucos desses requisitos.

Ao longo dos anos, têm sido usados desde soluções corantes do suor, como a alcoólica de iodo previamente aplicada à pele<sup>6</sup>, passando por pulverizações de amido iodado<sup>9</sup>, até métodos que se utilizam da impressão das gotas de suor em substâncias plásticas ou em silicone de moldagem odontológica<sup>10</sup>. Esse último, tido como dos melhores até o começo da década de 2000, consiste em estimular a sudorese e, após enxugar-se a pele, aplicar na mesma um fino filme de silicone líquido. Esse silicone é misturado, imediatamente antes de sua aplicação, com um catalisador que provoca a polimerização e solidificação do material em cerca de 90 segundos. Durante esse tempo, as gotículas de suor que saem das glândulas sudoríparas têm, em tese, tempo suficiente para provocar impressões no filme de silicone hidrófobo, ainda líquido, acolado à pele. Após a polimerização, o silicone solidificado é retirado manualmente e pode-se fazer a contagem das gotas de suor, pelo número de impressões deixadas no material pelas gotas<sup>5</sup>.

Usando esse método verificamos, porém, algumas impropriedades em documentar padronizadamente a sudorese através da impressão das gotas no filme de silicone, já que dificilmente se consegue em todas as amostragens uma mistura do silicone com seu ativador em proporções sempre idênticas, assim como também nem sempre essa mistura é absolutamente homogênea. Tais fatos dão, como consequência, diferentes tempos de polimerização do material, com consequentes irregularidades na demarcação das gotas de suor em cada amostra analisada, prejudicando as comparações.

Mesmo quando tudo corre bem, o resultado obtido expressa a sudorese “estática”, no exato momento da polimerização do silicone.

Como atribuímos grande importância a se estudar dinâmica e continuamente a formação e o crescimento das gotas de suor, até sua confluência, idealizamos este método simples, doméstico, barato e com equipamento facilmente portátil. Recentemente, observamos referência bibliográfica de método similar, porém com aparelho e tecnologia estrangeiros e caros<sup>11</sup>.

Pensando à frente, o objetivo deste estudo é proporcionar condições para verificar se há comprometimento da sudorese, em que intensidade e por quanto tempo, na pele restaurada após a queimadura de segundo grau, comparando-a à pele sã em área simétrica do corpo, o que estamos realizando na seqüência.

## MÉTODO

Montou-se, na Divisão de Bioengenharia do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – InCor – HCFMUSP, um aparelho miniaturizado de iontoforese, com circuito fixado dentro de uma pequena caixa plástica, conectado a um amperímetro fixado externamente à mesma (Figura 1). O diagrama elétrico é demonstrado na Figura 2. A energia origina-se de duas baterias internas, de 9 Volts (9 V) cada, que fornecem a corrente contínua regulável.

Este aparelho, para iontoforese de substâncias eletrolíticas, foi testado para a produção de suor na pele sã com o uso de cloridrato de pilocarpina a 2%. Os dois eletrodos, também reduzidos para um tamanho de 2 x 3 cm, feitos de aço, não devem entrar em contato direto com a pele, mas sim sobre tecido de compressa cirúrgica embebido pelo fármaco, cloridrato de pilocarpina 2% no pólo positivo, e soro fisiológico, no pólo negativo (Figura 3).

Após o posicionamento dos eletrodos, aplicamos corrente contínua de 2,5 mili-Ampères (mA) por 5 minutos para a produção do suor. O mesmo método está sendo utilizado nos pacientes estudados, no trabalho clínico que estamos desenvolvendo, iniciando-se pelo estímulo da área de pele sã, seguido pelo estímulo na área restaurada simétrica.

Para a captação das imagens da sudorese, foi utilizada uma câmera filmadora digital acoplada a um suporte articulado, de modo a fixar a mesma na posição ideal para a filmagem, que transcorre durante os minutos necessários para cada caso estudado (Figura 4). Tais imagens são a seguir analisadas em computador com o uso de programa específico (The Playa – Version 0.6.4 – DivXNetworks, Inc.), contando-se as gotas de suor, que aparecem como pontos brilhantes, e avaliando-se o tempo necessário para a confluência das mesmas (Figura 5).



Figura 1 – Aparelho miniaturizado de iontoforese.

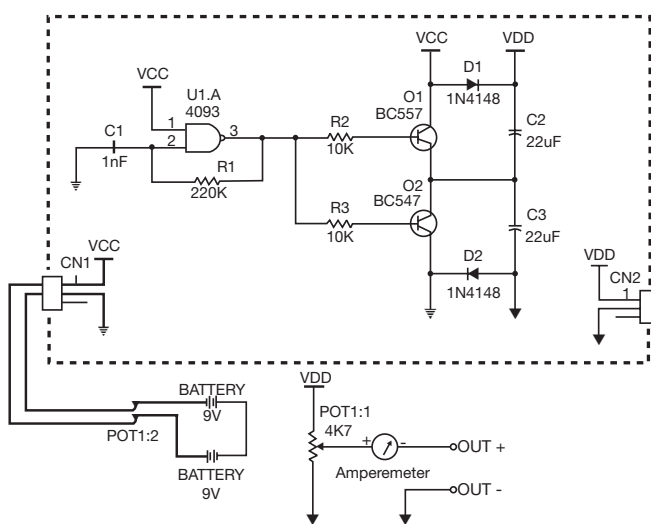


Figura 2 – Esquema elétrico do aparelho de iontoforese.

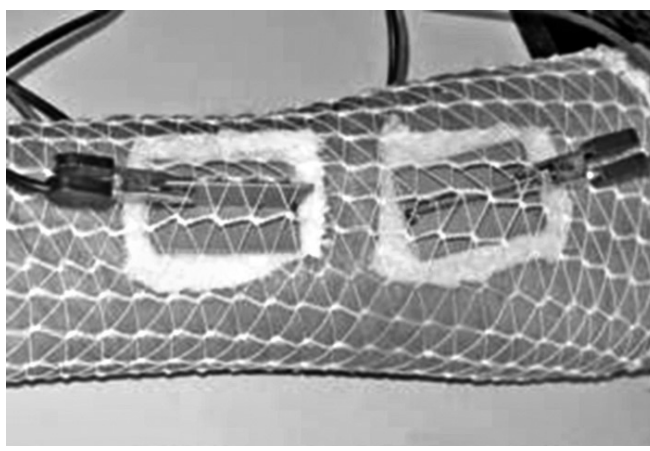


Figura 3 – Eletrodos posicionados para iontoforese.

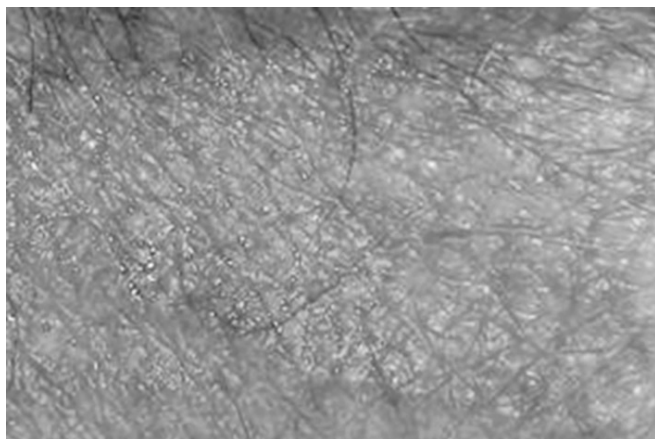


Figura 4 – Visualização das gotas de suor após a iontoforese.

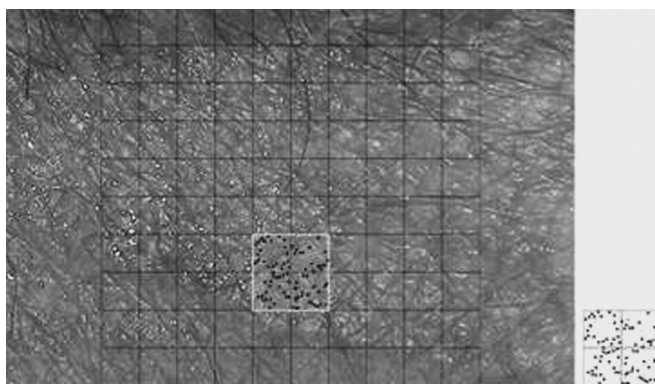


Figura 5 – Contagem das gotas de suor pelo software.

## DISCUSSÃO

Durante os testes iniciais, realizados em voluntários da equipe antes da definição final do método, utilizando-se papel-filtro embebido nas soluções, ocorreram alguns casos de queimaduras puntiformes (mais ou menos 2 mm de diâmetro), provavelmente decorrente da concentração de corrente nesses pontos. Quando substituímos o papel-filtro por pedaços de compressa cirúrgica, acabaram-se esses problemas.

Com a aplicação do método descrito, obtivemos sistematicamente a sudorese com aplicação de corrente contínua de 2,5 mA por 5 minutos, sudorese que perdurou por cerca de 30 minutos.

A documentação em vídeo digital permite a identificação adequada das gotas de suor, assim como a contagem eletrônica das gotas com o uso de software analisador de imagens.

Este método de estudo e documentação da sudorese, além de não sofrer as influências das variáveis nem sempre controláveis dos outros métodos, permite um estudo dinâmico da atividade glandular, além de possibilitar registro contínuo, permanente e imediato da sudorese, em arquivo digitalizado. É ainda, como referido, um método simples e barato, não necessitando tecnologia sofisticada e de alto custo.

Esses testes comprovaram, assim, a eficiência do aparelho e a inocuidade do método, quando bem aplicado.

## REFERÊNCIAS

1. Mariani U, Gomez DS, Carvalho DA, Ferreira MCF. The tegument resulting from the healing of burns. *Rev Hosp Clin Fac Med São Paulo*. 1995;50(3):140-6.
2. Mariani U. Exertia de pele restaurada pós-queimadura [Tese de Doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina; 1972.
3. Gomez DS. Contribuição para o estudo da pele restaurada: pesquisa da contração e miofibroblastos [Tese de Doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina; 1995.
4. Minor V. Ein neues verfahren zu der klinischen untersuchung der schweissabsonderung. *Dtsch Z Nervenheilkd*. 1927;101:302-6.
5. Harris DR, Polk BF, Willis I. Evaluating sweat gland activity with imprint techniques. *J Invest Dermatol*. 1972;58(2):78-84.
6. Muller SA, Kierland RR. The use of a modified starch-iodine test for investigating local sweating responses to intradermal injection of methacholine. *J Invest Dermatol*. 1959;32(2, Part 1):126-8.
7. Kassan DG, Lynch AM, Stiller MJ. Physical enhancement of dermatologic drug delivery: iontophoresis and phonophoresis. *J Am Acad Dermatol*. 1996;34(4):657-66.
8. Gibson LE, Cooke RE. A test for concentration of electrolytes in sweat in cystic fibrosis of the pancreas utilizing pilocarpine by iontophoresis. *Pediatrics*. 1959;23(3):545-9.
9. Sato KT, Richardson A, Timm DE, Sato, K. One-step iodine starch method for direct visualization of sweating. *Am J Med Sci*. 1988;295(6):528-31.
10. Rook A, Wilkinson DS, Ebling FJG. *Textbook of dermatology*. 6th ed. Oxford: Blackwell; 1998. p.1985.
11. Gin H, Baudoin R, Raffaitin CH, Rigalleau V, Gonzalez C. Non-invasive and quantitative assessment of sudomotor function for peripheral diabetic neuropathy evaluation. *Diabetes Metab*. 2011;37(6):527-32.

Trabalho realizado na Disciplina de Cirurgia Plástica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.