

Elevação da temperatura cutânea após a infusão controlada de dióxido de carbono

Increase of the skin temperature after infusion-controlled carbon dioxide

ANTONIO CARLOS ABRAMO¹
TATIANA TAIS TEIXEIRA²
MIGUEL CIRILO LEDO-SILVA²
ERICK LEONARDO DE
OLIVEIRA²

RESUMO

Introdução: A infusão controlada do dióxido de carbono eleva a temperatura cutânea no local da aplicação. O aumento da temperatura ocorre em razão da resposta inflamatória local, com dilatação dos vasos da microcirculação cutânea. **Método:** A temperatura da pele foi avaliada em 10 pacientes, 7 mulheres e 3 homens, apresentando flacidez cutânea com aumento da gordura subjacente na face medial do braço e parede abdominal anterior. Os valores da temperatura foram obtidos, antes e após a infusão controlada do dióxido de carbono, usando termômetro digital. **Resultados:** Após a infusão controlada do dióxido de carbono, houve aumento médio da temperatura cutânea de 3,48°C, no local da aplicação. **Conclusão:** A vasodilatação da microcirculação cutânea acompanhada pelo aumento do fluxo sanguíneo periférico, após a infusão controlada do dióxido de carbono, provocou aumento da temperatura no local da aplicação.

Descritores: Dióxido de carbono. Temperatura cutânea. Vasodilatação.

SUMMARY

Introduction: Carbon dioxide infusion-controlled increases the skin temperature. It occurs through a local inflammatory reaction leading dilatation of the cutaneous microcirculation. **Methods:** Ten patients, 7 females and 3 males, exhibiting skin flaccidity with increase of the subjacent fat, were submitted to carbon dioxide infusion-controlled on the medial portion of the arms and anterior abdominal wall. Measurement of the skin temperature was performed before and after the infusion using a digital thermometer. **Results:** The mean elevation of the skin temperature after carbon dioxide infusion was 3.48°C. **Conclusion:** Infusion-controlled carbon dioxide stimulated dilatation of the cutaneous microcirculation improving the blood flow with increase of the local temperature.

Descriptors: Carbon dioxide. Skin temperature. Vasodilation.

Trabalho realizado no Instituto de Assistência em Cirurgia Plástica de São Paulo, São Paulo, SP.

Artigo recebido: 6/7/2009
Artigo aceito: 3/9/2009

INTRODUÇÃO

A terapêutica com o dióxido de carbono foi inicialmente realizada usando a via percutânea, por meio de banhos em água carbonada aquecida, conhecida como balneoterapia¹. Posteriormente, a via subcutânea ou transcutânea foi empregada para a infusão controlada do gás carbônico medicinal, também conhecida como carboxiterapia². A infusão tecidual controlada do dióxido de carbono provoca resposta inflamatória aguda, caracterizada por dilatação dos vasos periféricos e da microcirculação cutânea, aumentando o fluxo sanguíneo no local³. A dilatação vascular ocorre pelo relaxamento do músculo

liso da parede vascular⁴. O aumento do fluxo sanguíneo e da permeabilidade vascular, decorrentes da vasodilatação causada pela infusão controlada do dióxido de carbono, promove a elevação da temperatura da pele no local da aplicação⁵. Vários estudos têm sido realizados para avaliar a temperatura da pele após a infusão controlada de dióxido de carbono. Nishimura et al.⁶ descreveram que a ação terapêutica dos banhos em água carbonada tornou-se efetiva com a temperatura da água ao redor de 34°C, com período de imersão superior a vinte minutos.

Jordan⁷ reportou aumento da temperatura cutânea de até 2°C após banhos em água carbonada termal aquecida. Outros fatores como a temperatura do banho ou do gás, assim como,

1. Regente do Serviço ACA - Instituto de Assistência em Cirurgia Plástica de São Paulo. Mestrado e Doutorado em Cirurgia Plástica pela Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP.
2. Estagiário de cirurgia plástica do ACA – Grupo Integrado de Assistência em Cirurgia Plástica de São Paulo.

o tempo e número de exposições ao dióxido de carbono, também contribuem para o aumento da temperatura cutânea no local da aplicação.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os valores da temperatura cutânea obtidos por um medidor digital de temperatura, antes e após a infusão controlada do dióxido de carbono medicinal.

MÉTODO

A temperatura da pele foi avaliada antes e após a infusão tecidual controlada do dióxido de carbono medicinal em 10 pacientes, de ambos os sexos, não fumantes, com idade variando de 27 a 65 anos e peso entre 51,5 e 80 kg. A Tabela 1 mostra a distribuição dos pacientes de acordo com sexo, idade e peso. A infusão controlada do dióxido de carbono foi aplicada, concomitantemente, em dois planos distintos. O plano mais superficial ou dérmico foi usado para correção da flacidez cutânea e o plano mais profundo, junto ao tecido adiposo subcutâneo, foi empregado para diminuição do volume da gordura localizada. A infusão controlada do dióxido de carbono foi aplicada na face medial do braço e na parede abdominal anterior. A injeção do gás foi feita utilizando agulha 30G1/2 conectada a aparelho insuflador de CO₂ (Carbitek Advanced®), com fluxo contínuo do gás. O volume aplicado por punctura foi de 1,5 ml/kg de peso, fluxo ou pressão do gás de 80 ml e velocidade de infusão de 80 ml/min. A avaliação da temperatura corporal superficial ou cutânea, antes e após a infusão controlada do dióxido de carbono, foi determinada em graus centígrados e obtida usando um medidor digital de temperatura (BD L5J2M8®). Para maior exatidão na obtenção dos valores da temperatura, a extremidade com mercúrio do medidor digital foi discretamente pressionada contra a pele, no centro da área

infundida. O medidor digital foi mantido até a estabilização dos valores numéricos da temperatura cutânea. A temperatura corpórea obtida na região axilar foi usada como controle para avaliação da alteração de temperatura no local da infusão controlada do dióxido de carbono. Foram realizadas biópsias na pele, antes e logo após a infusão controlada de dióxido de carbono, para avaliação histológica da vasodilatação periférica e da microcirculação cutânea. Os fragmentos retirados apresentaram 0,5 cm², foram fixados em parafina e corados com hematoxilina eosina. A leitura das lâminas foi realizada por microscopia ótica comum, usando objetiva com aumento de 40X. As fotos foram obtidas por uma câmera digital Nikon DX1200 e as medidas determinadas com auxílio de um computador usando o programa Nikon Act-1 Platform, versão 2.7.

RESULTADOS

Foram avaliados 10 pacientes voluntários, 7 do sexo feminino e 3 do sexo masculino, os quais foram previamente informados sobre o procedimento, assinando um termo de consentimento informado. O procedimento foi realizado de acordo com a declaração de Helsinki. Quatro pacientes, todas do sexo feminino, foram submetidas a infusão controlada do dióxido de carbono na face medial dos braços e na parede abdominal anterior. Seis pacientes, três do sexo feminino e três do sexo masculino, foram submetidos a infusão controlada do dióxido de carbono apenas na parede abdominal anterior.

A idade dos pacientes do sexo feminino variou de 27 a 65 anos, com média de 43,7 anos e o peso apresentou variação de 51,5 a 73 kg, com média de 59,5 kg (Tabela 1). Nos pacientes do sexo masculino, a idade variou de 29 a 54 anos, com média de 40,3 anos e o peso variou de 77 a 80

Tabela 1. Distribuição dos pacientes, número de puncturas e volume infundido

Sexo	Idade (anos)	Peso (kg)	Número de puncturas		Volume de 1,5 mlCO ₂ /kg	
			abdome	braço	por punctura	total por sessão
F	65	73	6	3	109,5	985,5
F	54	61	6	3	91,5	823,5
M	54	80	6	-	120	720
F	27	60	6	-	90	540
F	32	51,5	6	-	77,25	463,5
F	28	53	6	-	79,5	477
M	29	79	6	-	118,5	711
F	48	57	6	3	85,5	769,5
M	38	77	6	-	115,5	693
F	52	61,5	6	3	92,25	830,25

F = feminino; M = masculino.

kg, com média de 78,6 kg (Tabela 1). Todos os pacientes apresentaram distensão tecidual caracterizada por ondulações na pele, hiperemia e elevação da temperatura no local da infusão controlada do dióxido de carbono (Figura 1). A média de elevação da temperatura da pele após a infusão do dióxido de carbono foi de 3,48°C (Figura 2). A temperatura no sexo feminino variou de 32°C a 36,9°C, com elevação média de 3,54°C e, no sexo masculino, a variação foi de 32,2°C a 36,3°C, com elevação média de 3,33°C. A elevação da temperatura cutânea entre pacientes do sexo feminino e masculino não apresentou diferença significativa (Tabela 2). A temperatura axilar usada como controle não apresentou diferença, variando de 35,6°C a 35,9°C, tendo sido obtida no período correspondente à aferição da temperatura cutânea, antes e após a infusão controlada do dióxido de carbono.



Figura 1 – Ondulações na superfície da pele causadas pela distensão da derme, acompanhada por hiperemia após a infusão controlada do CO₂ medicinal.

A dilatação dos vasos da microcirculação foi determinada medindo o diâmetro dos vasos em μm , antes e após a infusão controlada do dióxido de carbono, usando um programa para computador Nikon Act-1 Platform, versão 2.7. A Tabela 3 demonstra o diâmetro dos vasos da microcirculação cutânea, antes e após a infusão controlada do dióxido de carbono. O diâmetro dos vasos foi 3,24 vezes maior após a infusão controlada do dióxido de carbono (Figura 3). O volume de dióxido de carbono infundido não interferiu com a elevação da temperatura da pele no local da aplicação, nesta série de pacientes. Durante e após a aplicação do dióxido de carbono na pele não foram observados efeitos adversos, locais e sistêmicos.

DISCUSSÃO

Os fatores que influenciam a produção de calor no organismo estão relacionados com a intensidade do metabolismo basal, atividade muscular, estimulação do sistema nervoso autônomo, atividade química celular e processos inflamatórios em geral⁸. A hiperemia e o aumento da temperatura cutânea após a infusão controlada do dióxido de carbono, encontrados no presente estudo, foram decorrentes do aumento da concentração do CO₂ nos tecidos e da reação inflamatória aguda formada no local de aplicação⁹. A diminuição do pH, ocasionada pelo aumento da concentração tecidual de CO₂, sinalizou os receptores beta-adrenérgicos periféricos, os quais por meio da enzima fosfatase cinase estimularam a fosforilação da miosina presente no músculo liso vascular, promovendo a sua dilatação no local da aplicação do dióxido de carbono. Por sua vez, a distensão tecidual provocou reação inflamatória durante a aplicação, estimulando mecanicamente os receptores periféricos do sistema nervoso autônomo parassimpático

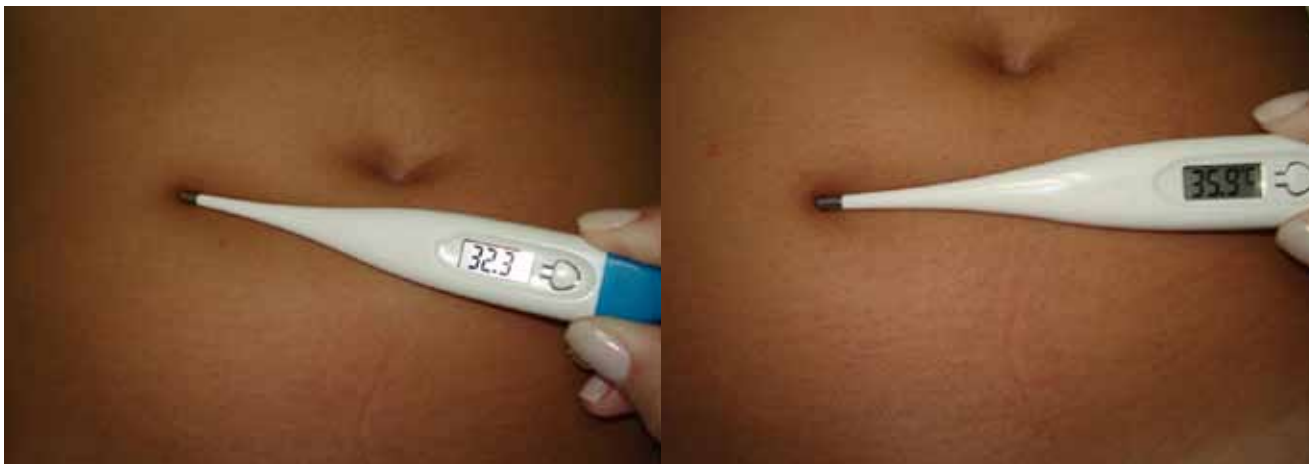


Figura 2 – A: Temperatura da pele antes da infusão controlada do CO₂; B: Temperatura da pele após a infusão controlada do CO₂.

Tabela 2. Variação da temperatura antes e após a infusão controlada do CO₂

Sexo	Temperatura cutânea (°C)			Temperatura corpórea (°C)		
	antes	após	aumento	antes	após	aumento
F	32,3	35,9	3,6	35,6	35,6	-
F	32,4	35,9	3,4	35,9	35,9	-
M	32,2	35,4	3,2	35,6	35,6	-
F	33,2	35,6	3,4	35,9	35,9	-
F	32,6	36	3,4	35,8	35,8	-
F	32,2	35,7	3,5	35,8	35,8	-
M	32,7	36,3	3,6	35,6	35,6	-
F	32,4	35,5	3,1	35,8	35,8	-
M	33,1	36,3	3,2	35,7	35,7	-
F	32,4	35,9	3,5	35,7	35,7	-

F = feminino; M = masculino.

Tabela 3. Medidas dos diâmetros dos vasos da microcirculação cutânea

Sexo	Diâmetro dos vasos (µm)	
	antes do CO ₂	após o CO ₂
F	35,3	105,8
F	29,6	111,3
M	27,7	74,1
F	23,5	89,3
F	25,3	135,4
F	25,3	76,1
M	40,5	98,7
F	41,4	129,2
M	27,6	86,5
F	32,5	93,2

F = feminino; M = masculino.

a produzir acetilcolina¹⁰. A atuação da acetilcolina diminuiu a resistência do vaso, por meio do relaxamento do músculo liso da parede vascular, inibindo a abertura dos canais de cálcio intracelular, promovendo a dilatação do vaso e o consequente aumento do fluxo sanguíneo local da aplicação⁴. A vasodilatação periférica em nível pré-capilar, acompanhada pelo aumento do fluxo sanguíneo local, justifica a hiperemia e o aumento da temperatura após a infusão controlada do dióxido de carbono. Por sua vez, o aumento do diâmetro das arteríolas pré-capilares demonstrou claramente a dilatação apresentada pelos vasos da microcirculação após a infusão controlada do dióxido de carbono. O aumento médio de 3,24 µm no diâmetro dos vasos obtidos no presente trabalho é próximo aos valores

médios de 3,05 µm obtidos por Abramo e Ledo-Silva¹¹, ao avaliarem a dilatação vascular do tecido de granulação de feridas crônicas dos membros inferiores. Outros fatores também influenciaram o aumento da temperatura da pele, entre eles, a frequência de alteração do estímulo, a troca da área de aplicação do gás e o tempo de exposição ao dióxido de carbono¹². Nos banhos com água carbonada termal, o aumento máximo da temperatura cutânea foi de 2°C e o tempo mínimo de exposição à água carbonada foi de 20 minutos⁷. Neste caso, a elevação da temperatura cutânea não ocorreu pela alteração do estímulo e troca da área de aplicação, mas por conta do tempo de permanência no banho. Entretanto, na infusão controlada do dióxido de carbono a elevação da temperatura ocorreu por conta da alteração do estímulo e da troca da área de aplicação do gás e não pelo tempo de infusão do dióxido de carbono. A alteração do estímulo ocorreu pela somatória dos volumes infundidos em cada punctura, enquanto a troca da área de aplicação do gás correspondeu às diversas puncturas realizadas na parede abdominal anterior e face medial do braço. O aumento médio da temperatura cutânea na infusão controlada do dióxido de carbono foi de 3,48°C, ou seja, 1,5 vezes maior do que a temperatura cutânea após o banho em água carbonada, apesar do tempo significativamente menor de exposição ao gás. A temperatura axilar, usada como controle, permaneceu inalterada durante e após a infusão controlada do dióxido de carbono, demonstrando que o aumento da temperatura cutânea foi devido à atuação do dióxido de carbono na área de aplicação.

Concluimos que a infusão controlada do dióxido de carbono medicinal aumentou a temperatura no local da aplicação, em razão da vasodilatação e do aumento do fluxo sanguíneo local.

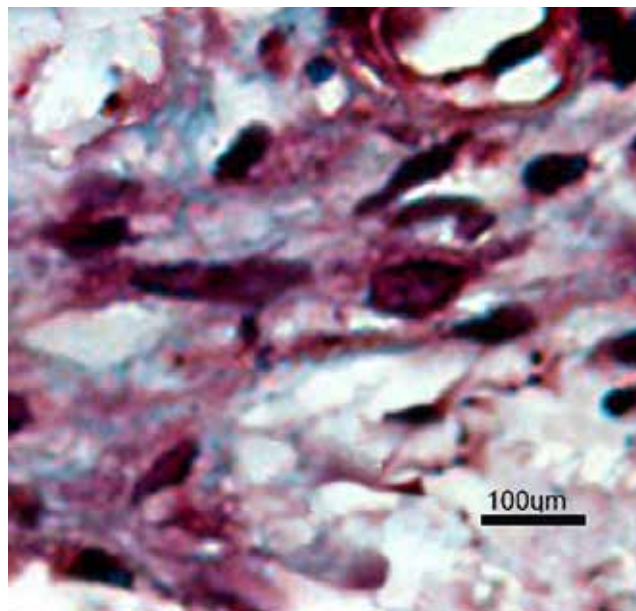
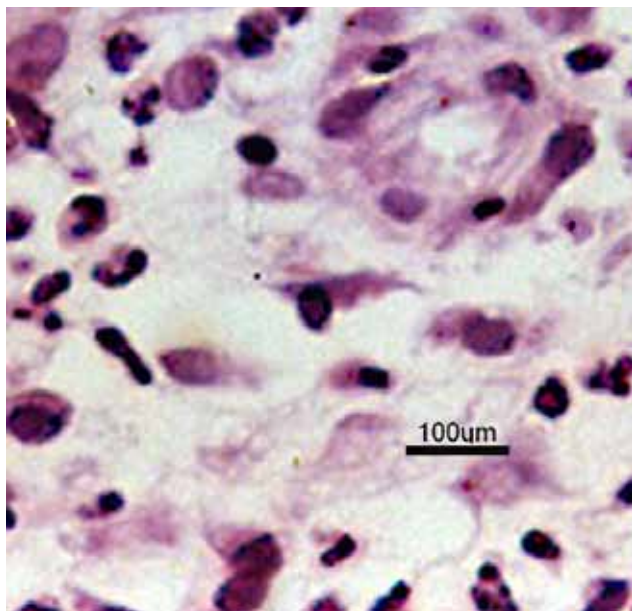


Figura 3 – A: Vaso da microcirculação cutânea com espessura da parede e lúmen normais, antes da infusão controlada do CO₂; **B:** Dilatação do vaso da microcirculação caracterizada por aumento do diâmetro do lúmen e adelgaçamento da parede vascular, após a infusão controlada do CO₂, bastante evidente quando comparado com o diâmetro e espessura do vaso antes da infusão.

REFERÊNCIAS

- Schmidt J, Monnet P, Normand B, Fabry R. Microcirculatory and clinical effects of serial percutaneous application of carbon dioxide in primary and secondary Raynaud's phenomenon. *Vasa*. 2005;34(2):93-100.
- Brockow T, Hausner T, Dillner A, Resch KL. Clinical evidence of subcutaneous CO₂ insufflations: a systematic review. *Atern Complement Med*. 2000;6(5):391-403.
- Diji A, Greenfield AD. The local effect of carbon dioxide on human blood vessels. *Am Heart J*. 1960;60:907-14.
- Rang HP, Dale MM. Transmissão colinérgica. In: *Farmacologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001. p.93-115.
- Charkoudian N. Skin blood flow in adult human thermoregulation: how it works, when it does, and why. *Mayo Clin Proc*. 2003;78(5):603-12.
- Nishimura N, Sugeno Y, Matsumoto T, Kato M, Sakakibara H, Nishiyama T, et al. Effects of repeated carbon dioxide-rich water bathing on core temperature, cutaneous blood flow and thermal sensation. *Eur J Appl Physiol*. 2002;87(4-5):337-42.
- Jordan V.H. CO₂-Bathertherapie. Auswertung eines Symposiums mit internationaler Beteiligung. *Z Physiother Jg*. 1985;37:75-98.
- Ghisi AC, Sabaini CS, Lima DC, Burgardt EA, Medeiros FL, Heim TJD. Termorregulação. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Faculdade de Medicina; 2006; p.1-4.
- Tur E, Tur M, Maibach HI, Guy RH. Basal perfusion of the cutaneous microcirculation: measurements as a function of anatomic position. *J Invest Dermatol*. 1983;81(5):442-6.
- Guyton AC, Hall JE. *Tratado de fisiologia médica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002; p.645-8.
- Abramo AC, Ledo-Silva MC. Carbon dioxide infusion: clinical and histological appraisal in chronic wounds. 2009 (in press).
- Ito T, Moore JI, Koss MC. Topical application of CO₂ increases skin blood flow. *J Invest Dermatol*. 1989;93(2):259-62.

Correspondência para:

Antonio Carlos Abramo
ACA – Grupo Integrado de Assistência em Cirurgia Plástica de São Paulo
Rua Afonso de Freitas, 641 – Paraíso – São Paulo, SP, Brasil – CEP 04006-052
E-mail: acabramo@abramo.com.br