

CARBOXITERAPIA: UMA REVISÃO

CARBOXITHERAPY: A REVIEW

Revista Fisioterapia Ser – Ano 3, nr 4 – out/nov/dez - 2008

¹Flavia Acedo Scorza, ²Fabio dos Santos Borges

¹Fisioterapeuta, especialista em Fisioterapia Dermato-Funcional, docente da pós graduação em Fisioterapia Dermato-Funcional da Universidade Gama Filho-SP.

²Fisioterapeuta, mestre em Ciências Pedagógicas, docente da pós-graduação da Universidade Gama Filho, e docente da graduação da Universidade Estácio de Sá-RJ.

Endereço para correspondência: Flavia Acedo Scorza, Rua Natal Montessanti, 252, Jardim América, Bragança Paulista-SP, CEP: 12902-110. Tel.: (11) 4033-3827; 9107-1270. Email: flascorza@hotmail.com

RESUMO

A carboxiterapia é uma técnica recentemente introduzida na área da estética, mas a história do uso terapêutico do anidrido carbônico (gás carbônico ou CO₂) teve início na década de 30, na França. Seu uso era feito através de banhos secos ou imersão em água carbonada para o tratamento de arteriopatias periféricas. Atualmente, a carboxiterapia caracteriza-se num método de fácil execução e consiste na administração do CO₂ pela via subcutânea diretamente nas áreas afetadas. O objetivo desse trabalho foi, através de uma revisão bibliográfica, esclarecer e fornecer aos profissionais das áreas médica e fisioterapêutica mais uma fonte de pesquisa, haja vista a escassez de artigos que relatam o aludido assunto. Verificamos que o CO₂ utilizado é um gás atóxico, não embólico e comercializado como sendo um gás medicinal de altíssima pureza, e é o mais utilizado em Medicina nas cirurgias de videolaparoscopias, histeroscopias e como contraste em arteriopatias e ventriculopatias. Possíveis efeitos colaterais limitam-se a dor durante o tratamento, sensação de crepitação no local da aplicação e pequenos hematomas decorrentes da punção. Na área da estética se destaca no tratamento da lipodistrofia ginóide, flacidez cutânea, adiposidades localizadas, estrias, rugas, cicatrizes inestéticas, além de ser um tratamento complementar à lipoaspiração. Concluímos que é um método seguro que exige equipamento especializado, vem mostrando resultados significativos e tem seu uso respaldado pela literatura científica.

Palavras-chave: Carboxiterapia, Dióxido de Carbono, fisioterapia.

ABSTRACT

The carboxiterapia is a technique recently introduced in the area of aesthetics, but the history of the therapeutic use of carbon dioxide (carbon dioxide or CO₂) began in the decade 30 in France. Its use was done through dry baths carbonada or immersion in water for the treatment of peripheral artery disease. Currently, the carboxiterapia characterized in a method for easy implementation and is the administration of CO₂ by subcutaneous directly in the affected areas. The work was through a literature review, clarify and provide practitioners from the medical and physiotherapy more a source of research, due to the shortage of articles that report the matter said. We find that the CO₂ gas used is a nontoxic, non-embolic and marketed as a medical gas of high purity, and is the most widely used in medicine in surgery of videolaparoscopy, histeroscopias and as a contrast in Arterial and ventriculopatias. Possible side effects are limited to pain during treatment, feeling crackles at the site of application and small bruises resulting from the puncture. In the area of aesthetics is highlighted in the treatment of lipodystrophy gynoid, sagging skin, fat located, grooves, wrinkles, unaesthetic scars as well as being a complementary treatment to liposuction. We conclude that it is a safe method that requires specialized equipment, is showing results, and its use is by far the scientific literature.

Key-words: Carboxitherapy, Carbon Dioxide, physiotherapy

INTRODUÇÃO

Segundo alguns autores^{1, 2, 3} a Carboxiterapia constitui-se de uma técnica onde se utiliza o gás carbônico medicinal (Dióxido de Carbono ou CO₂) injetado no tecido subcutâneo, estimulando assim efeitos fisiológicos como melhora da circulação e oxigenação tecidual.

O CO₂ é um gás inodoro, incolor, e atóxico. É o produto endógeno natural do metabolismo das reações oxidativas celulares, produzido no organismo diariamente em grandes quantidades e eliminado pelos pulmões durante a respiração^{4, 5}.

A história do uso terapêutico do gás carbônico teve início em 1932, na Estação Termal do Spy de Royat, na França, em pacientes que sofriam de arteriopatas periféricas. Seu uso era feito de forma transcutânea através de banhos secos ou submersão em água carbonada^{3, 6}.

O dióxido de carbono foi descoberto em 1648⁷. Porém a partir da década de 30 surgiram os primeiros trabalhos sobre o tema, como o do cardiologista Jean Baptiste Romuef que teve sua publicação em 1953, após 20 anos de experiência utilizando em seus tratamentos injeções subcutâneas de CO₂^{8, 9, 10}.

Outro trabalho importante foi publicado em 1956, em que 2400 casos de arteriopatia crônica obstrutiva e gangrena foram tratados com CO₂ injetável com bons resultados^{8, 11}. Ainda atuando sobre patologias vasculares, em 2002, Toryama mostrou uma excelente melhora da circulação periférica em pacientes com isquemia crítica, com redução de 83% dos casos de amputação⁹.

O gás carbônico é o gás mais utilizado nas cirurgias de videolaparoscopia, para a insuflação da cavidade abdominal (pneumoperitônio), histeroscopias e como contraste em arteriografias e ventriculopatias^{12, 13, 14, 15}.

Devido ao seu alto poder de difusão, este gás é rapidamente absorvido e eliminado⁴, ficando apenas o efeito vasodilatador^{1, 7}, o que reduz o risco de embolia gasosa fatal^{16, 17, 18, 19}.

Com o desenvolvimento de um equipamento capaz de controlar o fluxo injetado por minuto, e o volume total injetado possibilitou a aplicação da carboxiterapia e seu reconhecimento terapêutico nos países da Europa, principalmente Itália e França, onde é reconhecida para uso em Saúde Pública³.

Esse artigo foi proposto com a finalidade de realizar uma revisão bibliográfica sobre a carboxiterapia com o intuito de esclarecer e fornecer mais uma fonte de pesquisa para médicos e fisioterapeutas da área de dermato-funcional, haja vista a escassez de artigos que relatam o aludido assunto.

METODOLOGIA

A revisão de artigos realizada adotou como critério inicial para seleção a consulta ao Medline, através de seu sistema de busca, utilizando como descritores as palavras-chave “carboxitherapy, carbon dioxide, e CO₂”. A opção por esse banco de dados se justifica por ser conhecido e muito utilizado por acadêmicos e profissionais da área de saúde e pelo rigor na classificação de seus periódicos. Como banco de dados, referência na América Latina, a Literatura Latina Americana e do Caribe em Ciências da saúde (Lilacs) também foi consultada, assim como em livros publicados por editoras nacionais e internacionais.

A seleção buscou citações dos últimos trinta anos (1978/2008) nas línguas inglesa, espanhola e portuguesa. Os trabalhos citados, publicados nesse período, foram considerados para esta pesquisa devido ao pioneirismo e impacto na literatura científica. Com isso, foram discutidos os resultados das citações bibliográficas e os aspectos convergentes e divergentes dos autores selecionados nesta pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dióxido de Carbono

Um dos principais produtos do metabolismo celular é o ácido carbônico (H₂CO₃) excretado através dos pulmões sob a forma de gás carbônico (CO₂)^{4, 20}.

A quantidade de gás carbônico transportada no sangue venoso até os pulmões é cerca de 200 ml/min no adulto em repouso, mas pode aumentar em 10 vezes durante o exercício físico^{1, 20, 21}.

No interior do eritrócito, o CO₂ passa por um processo de hidratação formando o ácido carbônico (H₂CO₃) com a ajuda de uma enzima catalisadora denominada anidrase carbônica. Em seguida a dissociação iônica do ácido carbônico é rápida e espontânea, sem a necessidade de enzima, formando íons de hidrogênio (H⁺) e o bicarbonato (HCO₃)^{4, 20, 21}.

Quando a concentração desses íons eleva-se dentro do eritrócito, o bicarbonato e uma pequena quantidade de hidrogênio difundem-se para fora. O hidrogênio liberado liga-se a hemoglobina (Hb), formando hemoglobina reduzida

(HHb⁺) e oxigênio (O₂)²⁰. Logo, aumenta-se a acessibilidade da molécula de O₂ para as reações químicas como o carreamento de gás carbônico nos capilares periféricos e seu descarreamento nos capilares pulmonares²¹.

A presença de hemoglobina (Hb) reduzida no sangue periférico ajuda no carreamento de CO₂, enquanto a oxigenação que ocorre no capilar pulmonar ajuda no descarreamento. O fato de a desoxigenação do sangue aumentar a sua capacidade de transportar CO₂ é conhecido como Efeito Haldane^{20,21}.

Os compostos carbamino (gás carbônico e proteínas) são formados pela combinação de CO₂ com grupamentos amina terminais nas proteínas no sangue, formando carbamino-hemoglobina. Assim novamente, o descarreamento de O₂ nos capilares periféricos facilita o carreamento de CO₂²⁰.

O gás carbônico comumente utilizado na carboxiterapia no Brasil possui cerca de 99,9% de pureza²², portanto, próprio para uso terapêutico, e além de seu uso nesta técnica, também é empregado em videolaparoscopia para insuflação a fim de facilitar manipulações de estruturas intra-abdominais, para controle de pH em incubadoras, para formação de atmosfera controlada em estufa, nas técnicas ginecológicas de criocauterização do colo uterino, etc.

Efeitos fisiológicos

- Estimulo circulatório sanguíneo

A resposta inflamatória diante uma “agressão” física é imediata e atua no sentido de destruir, diluir ou bloquear o agente agressor, mas, por sua vez, desencadeia uma série de eventos no tecido conjuntivo vascularizado, inclusive no plasma, nas células circulantes, nos vasos sanguíneos e nos componentes extravasculares do tecido conjuntivo, com o objetivo de cicatrizar e reconstituir o tecido lesado²³.

Aspectos histológicos no processo de reparação mostraram a proliferação de pequenos vasos sanguíneos neoformados e de fibroblastos²⁴, contudo segundo Robbins et al²³ há também alterações no calibre vascular, que conduzem ao aumento do fluxo sanguíneo, alterações estruturais na microcirculação e emigração dos leucócitos da microcirculação e seu acúmulo nos focos de agressão.

O CO₂ atua, sobretudo na microcirculação vascular do tecido conjuntivo, promovendo uma vasodilatação^{8, 11, 25, 26} e um aumento da drenagem veno-linfática³.

A carboxiterapia, através da infusão de CO₂, permite uma vasodilatação persistente identificada por videolaparoscopia e um aumento significativo da concentração de oxigênio (O₂) local^{1, 3}. Estudos^{3, 9, 27} demonstraram a ação da carboxiterapia na melhora do fluxo sanguíneo, verificado através da dopplerfluxometria.

Toryama et al⁹ relataram que o efeito da carboxiterapia sobre a vasodilatação arterial pôde ser observado em dados experimentais, onde pacientes com arteriopatia periférica com isquemia crítica foram submetidos à terapia com gás carbônico em que foi possível evitar a amputação em 83% dos casos. Segundo os pesquisadores isto pode ser reflexo do aumento da atividade parassimpática e a diminuição da atividade simpática nesses tecidos.

Além disso, a persistência da melhora clínica ou “cura temporal” de afecções vasculares pode ser explicada pela neoangiogênese^{28, 29}, devido à formação de fatores angiogênicos, de crescimento vascular e endotelial e de crescimento de fibroblastos desencadeados pela hipercapnia tecidual³⁰.

- Efeito Bohr

A afinidade da hemoglobina pelo oxigênio depende do pH do meio, a acidez estimula a liberação de oxigênio diminuindo assim esta afinidade. Além disso, o aumento da concentração de dióxido de carbono (CO₂) no meio também abaixa a afinidade por oxigênio. A presença de níveis mais altos de CO₂ e prótons (H⁺) nos capilares de tecidos em metabolismo ativo promove a liberação de O₂ da hemoglobina, o efeito recíproco ocorre nos capilares dos alvéolos do pulmão, a alta concentração de O₂ libera CO₂ e H⁺ da hemoglobina. Essas relações são conhecidas como efeito Bohr^{4, 20, 21}.

Há um consenso entre autores^{1, 3, 28, 30, 31, 32, 33, 34} de que há um aumento significativo da concentração de oxigênio (O₂) local após a infusão subcutânea de CO₂, consequentemente há um aumento da pressão parcial de O₂. Os autores relataram ainda que há diminuição da afinidade da hemoglobina pelo O₂ na presença de gás carbônico disponibilizando mais oxigênio às células, o que favoreceria o metabolismo dos tecidos da região tratada (potencialização do efeito Bohr).

- Ação bioquímica

O CO₂ é um potente vasodilatador, ocasionando aumento do fluxo sanguíneo no local de sua aplicação^{8, 11, 25, 26, 35}.

Com a infusão do gás, ocorre uma distensão tecidual, com um importante aumento da concentração de oxigênio local. Além disso, provoca ativação de barorreceptores²⁸, corpúsculos de Golgi e Paccini devido a esta distensão tecidual e conseqüente liberação de substâncias “alógenas” quais sejam a bradicinina, catecolamina, histamina e serotonina. De acordo

com alguns relatos^{28, 29} essas substâncias atuam em receptores beta-adrenérgicos ativando a Adenilciclase, promovendo assim aumento do AMPc tissular e conseqüente quebra dos triglicérides.

- Carbolipólise

A gordura localizada vem sendo tratada de várias formas, e a carboxiterapia vem se constituindo num recurso de valor para a redução de medidas ocasionadas por acúmulo de adiposidades.

Lembramos que o tecido adiposo é constituído basicamente por lipídeos e que contém ou são derivados de ácidos graxos sob a forma de triglicérides^{4, 36}, onde cada triglicéride é constituído por 3 moléculas de ácidos graxos esterificados em glicerol^{5, 37}.

O adipócito recebe os ácidos graxos que foram acondicionados em quilomícrons. Estes quilomícrons entram na circulação venosa e são eliminados na periferia pela hidrólise do triacilglicerol catalisado pela enzima lipoproteína lípase (LPL)^{38, 39}. A hidrólise do triacilglicerol armazenado é ativada pelos hormônios lipolíticos (Adrenalina e Noradrenalina) que por sua vez ativam a Adenil-ciclase, para formar AMP cíclico (AMPc) que irá ativar a lípase-hormônio-sensível na hidrólise do triacilglicerol para então liberar ácidos graxos livres e glicerol do adipócito e caírem na circulação capilar^{4, 5, 36, 37, 39, 40}.

Baseando-se nesta fisiologia, Legrand et al²⁸ relataram que o aumento do AMPc por meio da ação do CO₂, ativando a Adenilciclase, resulta numa ação lítica sobre o tecido adiposo.

Através de dados obtidos experimentalmente em um amplo estudo, Brandi et al²⁹ demonstraram aumento da perfusão tecidual, aumento da pressão parcial de oxigênio e redução da circunferência das áreas tratadas. Além disso, os autores demonstraram também, através de estudo histológico, cortes com rupturas de membranas de adipócitos pela passagem do gás, reforçando o efeito lipolítico da carboxiterapia.

A prática de carboxiterapia no tratamento de gordura localizada também envolve a injeção de soro fisiológico no local a ser tratado antes da injeção do gás. O soro fisiológico em contato com o gás carbônico forma uma reação química ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$), com liberação de íons H⁺, proporcionando um meio ácido no local da aplicação. Essa acidez tecidual confere um aumento da oxidação lipídica através da ativação das lipoproteínas lípases (LPL), potencializando o poder de queima da gordura³⁵.

- Ação no tecido conjuntivo

Após a ação mecânica ocorrida na carboxiterapia, provocada pelo “trauma” da agulha e pela introdução do gás, há a produção de um processo inflamatório e conseqüente migração de fibroblastos para a região da agressão e sua posterior proliferação estimulando a síntese de colágeno e de outras moléculas do tecido conjuntivo, como a fibronectina, glicoproteína encontrada no sangue, associada a vários processos biológicos como adesão e diferenciação celular, reparação de tecidos, servindo como substrato para enzimas fibrinolíticas e da coagulação^{41, 42}.

Estudo histológico com a Carboxiterapia comprovou um aumento da espessura da derme, evidenciando estímulo à neocolagenase, bem como preservação total do tecido conjuntivo, incluindo estruturas vasculares e nervosas, ou seja, um evidente rearranjo das fibras colágenas²⁹.

Em estudo piloto com ratos jovens (3 meses) e ratos mais velhos (14 meses), realizou-se biópsia da pele antes e após a injeção subcutânea e intradérmica de gás carbônico. Verificou-se que de fato, após a injeção do gás carbônico, o arranjo das fibras de colágeno dos ratos mais velhos era similar ao dos ratos mais jovens. Além disso, houve um aumento da quantidade de fibras de colágeno na área tratada, sendo mais pronunciadas com as injeções intradérmicas⁴³.

Aplicações clínicas

Na carboxiterapia, o fluxo e o volume total de gás infiltrado são controlados com equipamentos apropriados. O aparelho Italiano chamado Carbomed[®] foi elaborado para administração subcutânea do CO₂, com total controle sob a velocidade e volume de gás infiltrado. Tem aprovação nas normativas da Comunidade Européia desde 2002 (CE 0051). É descrito como dispositivo médico, classe IIb, apresenta padrões de qualidade e segurança e tem aprovação de comercialização e uso pelo FDA americano como equipamento de uso médico ambulatorial. No Brasil, atualmente, existem diversas marcas e modelos de aparelhos, registrados pela Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e sua aplicação oferece conforto e segurança³.

O aparelho liga-se a um cilindro de ferro por meio de um regulador de pressão de gás carbônico e é injetado por via de um equipo (sonda) com uma agulha pequena (agulha insulina- 30 G1/2) diretamente através da pele do paciente.

Autores^{44, 45, 46} relataram que o fluxo de CO₂ normalmente infundido durante tratamentos com carboxiterapia encontra-se entre parâmetros de 20 e 80 ml/min. Porém há equipamentos que disponibilizam fluxos até 150 ml/min. Com relação ao volume total administrado, este gira em torno de 600 ml a 1000 ml^{44, 45, 46}, podendo atingir 3000 ml nos casos de grandes depósitos de gordura^{45, 46}. Outros autores³ mencionaram infusão de um volume total de 2000 ml em aplicação para gordura localizada.

Como consequência da evolução dos estudos a respeito da técnica, a medicina estética, e também a medicina convencional, assim como a Fisioterapia Dermato-funcional, têm procurado investir na comprovação científica dos métodos para o tratamento de diversas afecções.

- Auxiliar para exames complementares

Há relatos^{15, 16,19} de que o CO₂ foi utilizado em Medicina, em cirurgias videolaparoscópicas (para criar um pneumoperitônio), nas histeroscopias e em contraste em angiografias.

Segundo pesquisadores^{15, 47} esses dados justificam a segurança para o uso deste tipo de gás neste procedimento terapêutico, demonstrando que o mesmo não é passível de promover embolia.

Segundo Vilos & Vilos⁴⁴ o CO₂ pode ser usado para promover pneumoperitônio em cirurgias endoscópicas. Os autores relataram ainda que fluxos de até 1000 ml/min podem ser utilizados com segurança e que volumes totais podem até ultrapassar 10 litros, sem que haja efeitos sistêmicos significativos. Relatos^{15, 47} ainda dão conta de que são usados nestes procedimentos injeções intra-vasculares em "bolo" de até 100 ml e fluxos contínuos entre 20 e 30 ml/segundo, sem reações adversas.

- Arteriopatias

Sabe-se que a carboxiterapia, tornou-se terapêutica freqüente na Europa, principalmente na Itália e na França, inicialmente para arteriopatas periféricas^{13,14}.

Observando que o distúrbio fisiológico fundamental nas várias afecções circulatórias é a limitação obstrutiva do fluxo sanguíneo, com conseqüente isquemia dos tecidos irrigados pela inadequada oxigenação⁴⁸, algumas das principais indicações da carboxiterapia em afecções vasculares são: arteriopatias periféricas^{12, 13, 15}, síndrome acrocianótica⁹, e outras patologias que apresentam alterações do microcículo vascular, como insuficiências venosas e úlceras dos membros inferiores⁴⁹.

Fabry et al¹⁴ relataram que cerca de 20.000 (vinte mil) pacientes acometidos de arteriopatas periferias foram atendidos utilizando terapia com dióxido de carbono, confirmando assim a eficiência terapêutica desta técnica.

Atualmente, encontramos vários profissionais que, em sua prática clínica, utilizam a carboxiterapia em telangiectasia em membros inferiores com bons resultados estéticos.

- Celulite

Segundo Weimann⁵⁰, no tecido celulítico há um mau funcionamento dos adipócitos, que retém um maior teor de lipídios, diferentes e alternados e que estimulam a retenção de líquidos, levando assim ao aumento de volume da célula, gerando compressão dos vasos e comprometendo a circulação sanguínea.

Sabe-se que o gás carbônico no tecido subcutâneo atua na microcirculação, na curva de dissociação da hemoglobina e está ligado a ação lipolítica oxidativa^{29, 51}, o que nos faz pensar na histologia do tecido celulítico que apresenta uma alteração bioquímica do interstício (aumento da viscosidade), estase vênulo-capilar, com hipo-oxigenação⁵², até um estágio de fibrose cicatricial, atrófica, irreversível^{53, 54,55}.

Por sua virtude de melhorar a microcirculação arterial da pele e subcutâneo, por aumentar a perfusão tecidual e a pressão parcial de oxigênio (PO₂), a carboxiterapia é indicada para o tratamento da lipodistrofia ginóide, tratando principalmente o tecido celular subcutâneo que se encontra congestionado por retenção de líquido e toxinas não eliminadas por comprometimento da microcirculação periférica^{2, 3, 49,52}.

Pesquisadores^{49, 56} investigaram o uso da terapia com gás carbônico no tratamento da paniculopatia edemato fibro-esclerótica, observando uma vasodilatação importante e aumento significativo do fluxo vascular, demonstrando importante resultado da técnica da carboxiterapia neste tipo de afecção.

Corroborando com estes autores, Corrêa et al⁵⁷ mostraram que a técnica é indicada para este tipo de afecção, em estudo feito em mulheres acometidas de graus variados de celulite na região glútea, pois após 10 sessões de carboxiterapia, houve uma redução de 40,47% no grau da celulite e 33,78% no quadro alérgico.

- Pós-cirurgia plástica

No ramo da cirurgia-plástica, a carboxiterapia tem sido empregada para correção de irregularidades pós lipoaspiração, ou mesmo, no pré-operatório para melhorar a vascularização de retalhos cirúrgicos^{29, 51,58}.

No estudo de Brandi et al⁵¹, foi verificado uma melhora estatisticamente significativa no que diz respeito à elasticidade da pele e as irregularidades cutâneas pós lipoaspiração. Com isso, podemos esperar efeitos positivos da terapia com CO₂ sobre a adiposidade localizada e elasticidade cutânea da pele em pacientes que realizaram lipoaspiração.

A cicatriz caracteriza-se por uma lesão na camada dérmica⁵⁹. Após uma incisão da pele, dá-se início ao processo de

reparo, o que se faz a custa da proliferação do tecido conjuntivo^{23, 59, 60, 61}.

Segundo Carvalho et al¹, o descolamento da pele provocado pelo gás, leva a perda da integridade tecidual e a exposição do colágeno, com conseqüente ativação do processo de cicatrização.

Os autores relataram ainda que a Carboxiterapia também pode ser indicada para o tratamento de cicatrizes aderentes após o transcurso do processo cicatricial. Isto se justifica pela ação mecânica do gás ao promover um “descolamento” das estruturas aderidas durante o processo de reparo tecidual, proporcionando efeitos benéficos à aderência cicatricial.

- Gordura localizada

A Carboxiterapia tem larga utilização em algumas das principais queixas da estética, trata-se da gordura localizada e da celulite^{2, 29, 35, 2, 56, 57}.

O tecido adiposo é uma forma especializada do tecido conjuntivo, formado por células chamadas de adipócitos,^{5, 20, 21, 37, 40}. O excedente das reservas nutricionais resultante de uma ausência de equilíbrio entre a ingestão de nutrientes e a necessidade diária de nutrientes fica contido no interior dos adipócitos^{38, 39}, sob a forma de triglicérides^{5, 21, 21, 37, 40, 61}.

Sabe-se que o tecido adiposo não é apenas um depósito de gordura⁴, também funciona como órgão secretor, já que foi demonstrado que o tecido sintetiza e libera lipoproteína lipase (LPL)³⁹.

Pode não parecer, mas o tecido adiposo é altamente vascularizado⁵⁹, com isso a troca gasosa entre as células adiposas e a corrente sanguínea é intensa, contribuindo para isso a rica vascularização do tecido conjuntivo⁶¹. Além disso, há trabalhos demonstrando que a quantidade de sangue que circula na hipoderme é inversamente proporcional ao índice de massa corpórea⁶². Este dado é importante já que dentre os mecanismos de mobilização dos ácidos graxos, o aumento do fluxo sanguíneo é o mais importante⁶³.

Contudo, a infusão de gás carbônico leva ao aumento da concentração de oxigênio tecidual promovendo uma vasodilatação e conseqüente melhora da circulação sanguínea da pele e com isso ocorre à ativação do metabolismo local. Baseado no fato de que o metabolismo ativado favorece a lipólise, a Carboxiterapia se mostra um recurso terapêutico importante para o tratamento das adiposidades localizadas^{29, 35, 58, 64, 65, 66}, a *Carbolipólise*.

Resultados semelhantes foram demonstrados por Brandi et al⁶⁶ através de injeção de gás carbônico, pois mostrou-se um aumento da perfusão tecidual, aumento da pressão parcial de oxigênio (PO₂) e a redução da circunferência das áreas tratadas. Além disso, relataram aumento da espessura da pele, fratura da membrana do adipócito e preservação total do tecido conjuntivo, incluindo estruturas vasculares e nervosas.

Como foi dito, o soro fisiológico pode potencializar o efeito lipolítico da carboxiterapia³⁵, por proporcionar um meio mais ácido pela formação de íons de hidrogênio (H⁺). Em contato com o gás carbônico, o soro forma uma reação química com a liberação de íons hidrogênio, responsável pela acidez do meio, aumentando o poder de queima na região.

Segundo Carvalho³⁵ após a demarcação da área a ser tratada, e com o auxílio de uma seringa, injeta-se em torno de 1 ml de soro fisiológico por ponto, distribuídos por toda a área aleatoriamente e em seguida aplica-se o gás carbônico.

- Estrias e Flacidez Cutânea

As estrias caracterizam-se por afecções dermatológicas que no início apresentam um processo inflamatório, com elastólise e desgranulação de mastócitos, seguidos de afluxo de macrófagos em torno das fibras elásticas⁶⁷.

A estimulação fibroblástica tem importante papel no processo regenerativo da atrofia tecidual na estria⁶⁸. O eletrolifting, terapia utilizada no tratamento das estrias, através de estímulo elétrico de baixa intensidade, provoca uma inflamação aguda na estria com um leve edema e hiperemia a fim de aumentar a capacidade de replicação dos fibroblastos e produção de fibras colágenas na pele estriada^{53, 67}. Além disso, o peeling químico é um procedimento bastante utilizado no tratamento das estrias, tendo como princípio provocar um processo inflamatório, e a partir daí iniciar o processo de reparo do tecido lesado⁶⁸. Processo semelhante ocorre com a Dermotonia, onde sua aplicabilidade visa a reconstrução das fibras de colágeno e elásticas⁶⁹.

Baseado no fato de que a flacidez cutânea é caracterizada por uma atrofia da pele e perda da elasticidade, devido à diminuição da capacidade de produção de colágeno que dá sustentação a pele, a terapia com gás carbônico torna-se um recurso viável para seu “tratamento” tendo em vista estimular a produção de novas fibras de colágeno e com isso prover maior sustentabilidade à pele flácida^{1, 3, 35}. Isto é justificado por Brandi et al²⁹, pois através de estudos histológicos com a Carboxiterapia comprovaram um aumento da espessura da derme, evidenciando estímulo a neocolagenase, bem com um evidente rearranjo das fibras colágenas²⁹. Portanto, a carboxiterapia ao estimular a formação de colágeno, se torna um recurso valioso para o tratamento de estrias e da flacidez cutânea.

- Rugas

A pele sofre modificações facilmente reconhecidas com o avançar da idade^{70, 71}. As rugas são sinais evidentes

caracterizado por sulcos ou pregas na pele⁵³. A causa do enrugamento, da atrofia, do aparecimento de sulcos, ptose e frouxidão são as alterações progressivas nas fibras de colágeno e elastina^{53, 67, 72}.

Oria et al⁷³ já haviam demonstrado em estudo realizado com cadáveres que o envelhecimento causa desorganização e rompimento das fibras de colágeno e elastina quando comparadas à pele jovem.

Dessa forma, a carboxiterapia no tratamento facial, proporcionando maior velocidade de troca (aumento fluxo sanguíneo) e melhora da oxigenação tecidual, é indicada na diminuição das rugas³⁵ e melhora parcial das bolsas de gordura¹.

Segundo Ferreira et al.⁴³ houve acentuado aumento do colágeno após infusão de gás carbônico na pele de ratos. Relataram também que as injeções intradérmicas são mais eficientes que as subcutâneas na redução de rugas e sulcos.

Analisando o fato de que as rugas apresentam dano nas propriedades mecânicas do colágeno e um dos efeitos fisiológicos da carboxiterapia é a produção e reorganização das fibras colágenas, pode-se considerar, baseado na literatura e em nossa prática clínica como sendo um método eficaz para suavizar e promover firmeza nos locais onde havia rugas.

- Outras aplicações

De acordo com Carvalho³⁵, outras indicações da carboxiterapia que apresentam bons resultados são: queimados, úlceras em membros inferiores, psoríase e calvície, ou seja, patologias que se beneficiam com o incremento da circulação.

Outro estudo recente avaliou a reação de pacientes portadores do fenômeno de Raynaud com uso de dopplerfluxometria após aplicação percutânea de gás carbônico. Foram 18 dias de tratamento e no final observou-se que os pacientes adaptaram mais fácil à exposição ao frio⁷⁴.

Além disso, Wollina et al⁷⁵ durante um período de 4 anos, trataram de 86 pacientes com feridas crônicas (úlceras venosa crônica, úlceras neuropáticas, escaras, úlceras reumáticas) com aplicação transdérmica de CO₂. Os achados apontam para uma mudança positiva na microcirculação e subsequente melhoria no tecido de granulação (quer cicatrização completa ou significativa diminuição da inflamação, dor, e odor).

Bons resultados também apareceram nas áreas de reumatologia (artrite auto-imune, osteoartrite degenerativa, artrite aguda: epicondilite, periartrite), urologia (disfunção erétil associada à microangiopatias) e dermatologia (psoríase, úlceras associadas à microangiopatias)^{2, 29}.

Efeitos positivos foram apresentados por 109 pacientes com artrite psoriática submetidos a banhos acrescidos de gás carbônico. Os pacientes apresentaram melhora do comprometimento articular, no aspecto da pele e na circulação sanguínea⁷⁶.

Efeitos Adversos e/ou Secundários

Com base na literatura, a carboxiterapia pode ser considerada um tratamento seguro, sem efeitos adversos ou complicações importantes, tanto locais, como sistêmicas.

Como mencionado anteriormente, o gás carbônico é um metabólico presente na circulação sanguínea, e a quantidade de gás injetado durante o tratamento está abaixo do volume produzido pelo organismo. Além disso, pacientes submetidos a injeções subcutâneas de CO₂ não mostraram nenhum dano em seu tecido conectivo, vascular e estrutura nervosa⁶⁶.

Contudo, a utilização de injeções intravasculares em “bolo” de até 100 ml e fluxos contínuos entre 20 e 30 ml/segundo foram realizados como contraste em angiografia, assegurando de que o dióxido de carbono não provoca embolia, nem reações adversas^{9, 15, 47}.

Portanto, pode-se dizer que os efeitos secundários apresentados pela carboxiterapia se limitam em dor no local da aplicação, pequenos hematomas ou equimoses devido às várias punturas e sensação de crepitação devido à formação de um enfisema local que desaparece em no máximo 30 minutos^{1, 2, 77, 78}.

Verificamos na prática clínica, relatos de aumento da temperatura no local da aplicação do gás, hiperemia, dor localizada no momento e após a aplicação do gás de curta duração. Há também sensação de ardor e peso/fadiga no membro onde foi infundido o gás carbônico logo após sua aplicação. Segundo Goldman et al² este efeito está relacionado com a velocidade do fluxo e limiar do paciente.

Com o intuito de minimizar a dor do paciente durante a aplicação da carboxiterapia, aparelhos mais novos utilizam dispositivos eletroeletrônicos localizados durante o transcurso do gás para aquecerem-no antes que ele seja injetado no segmento corpóreo³. O objetivo é de aliviar o desconforto do paciente, permitindo assim infundir o gás numa velocidade maior, tornando a terapia mais rápida. Porém não se sabe se o aquecimento do gás altera sua eficácia e resultados, pois faltam estudos conclusivos sobre este aspecto. Além disso, na prática clínica, verificamos que há pacientes que não relatam maior conforto durante a terapia com o uso do aquecedor do gás.

Contra-indicações

Como foi dito, a carboxiterapia é considerada uma técnica segura, mas devemos atentar para algumas contra-indicações citadas por alguns autores^{2, 12}: infarto agudo do miocárdio, angina instável, insuficiência cardíaca, hipertensão arterial, tromboflebite aguda, gangrena, infecções localizadas, epilepsia, insuficiência respiratória, insuficiência renal, gravidez, distúrbios psiquiátricos.

CONCLUSÃO

Verificamos que a técnica de carboxiterapia é considerada um recurso seguro, sem efeitos adversos ou complicações importantes, tanto locais, como sistêmicas, visto que o produto comumente utilizado (CO₂) possui cerca de 99,9% de pureza, próprio para uso terapêutico. Além disso, os casos de complicações e efeitos adversos são relatados como sendo de pouca expressão a ponto de se traduzirem em contra-indicações absolutas.

Atualmente, com o auxílio de equipamentos capazes de controlar o fluxo injetado por minuto, e o volume total injetado houve avanço e aperfeiçoamento da técnica da carboxiterapia, bem como sua via de administração, de forma injetada diretamente na área acometida.

Concluimos que a carboxiterapia possui respaldo na literatura para seu uso seguro e com garantia de bons resultados em várias áreas da medicina estética e convencional, e da fisioterapia dermato-funcional.

REFERÊNCIAS

1. Carvalho, ACO, Viana, PC, Erazo, P. Carboxiterapia – Nova Proposta para Rejuvenescimento Cutâneo. In Yamaguchi C. I Annual Meeting of Aesthetic Procedures. São Paulo: Santos, 2005: 575-79
2. Goldman, MP, Bacci, PA, Leibashoff, G, Hexsel, D, Angelini, F. Carboxytherapy. In: Goldman et al. Cellulite – Pathophysiology and Treatment. New York: Taylor & Francis, 2006: 197-208.
3. Worthington, A, Lopez, JC. Carboxiterapia – Utilização do CO₂ para Fins Estéticos. In: Yamaguchi C. II Annual Meeting of Aesthetic Procedures. São Paulo: Santos, 2006:567-71
4. Guyton et al. Tratado de Fisiologia Médica, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2002.
5. Ganong, WF. Fisiologia Médica. 4 ed. São Paulo. Atheneu, 2006.
6. Di Cio, AV, Gregório, A. Mal Perforante Plantar Con Calcification Arterial Resultados del tratamiento con carbogeno, Revista de la Asociación Médica Argentina, Diciembre 30, 1934.
7. Petit, CA. Guide Thermal de Royat 12 eme Ed, 1880-1898, Clermont Ferrand, 1980.
8. Colin, C, Lagneaux, D, Lecomte, J. Local vasodilating effects of carbon dioxide on cutaneous blood vessels. J Belge Med Phys Rehabil, 1978; 1(4): 326-34.
9. Toryama, T et al. Effect of artificial carbon dioxide foot bathing on critical limb ischemia (Fontaine IV) in peripheral arterial disease patients. Int Angiol. 2002 Dec; 21(4): 367-73.
10. Romeuf, JB. Etude sur L`injection sous cutanee de gaz thermaux de Royat, Clermont Ferrand, Imp Moderne, 15 rue du Port 31, Mars 1940. Apud Goldman et al. Cellulite – Pathophysiology and Treatment. New York: Taylor & Francis, 2006:197-208.
11. Ito, T, Moore, J, Koss, M, Topical application of CO₂ increases skin blood flow. J Invest Dermatol. 1989 Aug; 93(2): 259-62.
12. Brockow T, Hausner T, Dillner A, Resch KL. Clinical evidence of subcutaneous CO₂ insufflations: a systematic review. J Altern Complement Med. 2000 Oct; 6(5):391-403.
13. Ambrosi C, Delanoe G. Therapeutic effect of CO₂ injected sub-cutaneously in arteriopathies of the limbs. Experimental research (author's transl) Ann Cardiol Angeiol (Paris). 1976 Mar-Apr; 25(2):93-8. Apud In Yamaguchi C. I Annual Meeting of Aesthetic Procedures. São Paulo: Santos, 2005: 575-79
14. Fabry R, Dubost JJ, Schmidt J, Body J, Schaff G, Baguet JC. Thermal treatment in arterial diseases: an expensive placebo or an effective therapy? Therapie. 1995 Mar-Apr; 50(2):113-22.
15. Zwaan W, Kloess W, Kagel C, Kummer-Kloess D, Matthies-Zwaan S, Schutz RM, Weiss HD, Carbon dioxide as an alternative contrast medium in peripheral angiography. Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr. 1996 Aug; 165(2):180

16. McMahon, AJ, Baxter, JN, Murray, W, Imrie, CW, Kenny, G, O'Dwyer, PJ. Helium pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy: ventilatory and blood gas changes. *Br J Surg* 1994; 81: 1033-6.
17. Roberts, MW, Mathiesen, KA, Ho, HS, Wolfe, BM. Cardiopulmonary responses to intravenous infusion of soluble and relatively insoluble gases. *Surg Endosc* 1997; 11: 341-6.
18. Wolf, JS Jr, Carrier, S, Stoller, ML. Gas embolism: helium is more lethal than carbon dioxide. *J Laparoendosc Surg* 1994; 4:173-7.
19. Yau, P, Watson, DI, Lafullarde, T, Jamilson, GG. An experimental study of the effect of gas embolism using different laparoscopy insufflation gases. *J Laparoendosc Adv Surg Tech* 2000; 10: 211-6.
20. West, JB. *Fisiologia Respiratória Moderna*, Ed Manole, 6 ed., São Paulo, 2002;p. 76-80.
21. Levitzky, MG. *Fisiologia Pulmonar*. Barueri. Ed. Manole, 2004, p. 158-161.
22. Mazuti, M, Beledelli, B, Mossi, AJ, Cansian, RL, Dariva, C, Oliveira, JV, Paroul, N. Caracterização química de extratos de *Ocimum basilium* – L. obtidos através de extração com CO₂ a altas pressões. *Quim. Nova* vol 29 nº 6. São Paulo Nov/Dec. 2006.
23. Robbins, SL, Kumar, V, Cotran, RS. *Patologia Estrutural e Funcional*. 5 ed, Ed.Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, RJ, 1996.
24. Hidekazul, I, et al. Carbon dioxide-rich water bathing enhances collateral blood flow in ischemia limb via mobilization of endothelial progenitor cells and activation of NO-cGMP system. *Circulation*. March 29, 2005; 1523-29.
25. Schnizer, W, Erdl, R, Schops, P, Seichert, N. The effects of external CO₂ application on human skin microcirculation investigate by laser Dopplerflowmetry. In *J Microcirc Clin Exp.*, 1995, 4(4): 343-50.
26. Grosshans, A, Et Gensch, H. CO₂ gas injection indications and results, *Z Gesante. Inn Med*. 1987 Dec 1; 42(23): 667-70.
27. Savin, E, Bailliart, O, Bonnin, P, Bedu, M, Cheynel, J, Coudert, J, Martineaud, JP. Vasomotor effects of transcutaneous CO₂ in stage II peripheral occlusive arterial disease. *Angiology*, 1995. Sep; 46(9): 785-91.
28. Legrand, J, Bartoletti, C, Pinto, R. *Manual Practico de Medicina Estética*, Buenos Aires, Camaronês, 1999.
29. Brandi, C, D'Aniello, C, Grimaldi, L, Bosi, B, Dei, I, Lattarulo, P, Alessandrini, C. Carbon Dioxide therapy in the treatment of localized adiposities: clinical study and histopathological correlations, *Aesthetic Plast Surg*, 2001, May-Jun; 25(3): 170-4.
30. Hartman, B, Bassenge, E, Hartman, M. Effects of serial percutaneous application of carbon dioxide in intermittent claudication: results of a controlled trial. *Angiology*. 1997. Nov, 48(11): 957-63.
31. Hartman, BR, Bassenge, E, Pittler, M. Effect of carbon dioxide – enriched water and fresh water on the cutaneous microcirculation and oxygen tension in the skin of the foot. *Angiology*, 1997, Apr; 48(4): 337-43.
32. Hartmann, B, Drews, B, Burnus, C, Bassenge, E. Increase in skin blood circulation and transcutaneous oxygen partial pressure of the top of the foot in lower leg immersion in water containing carbon dioxide in patients with arterial occlusive disease. Results of a controlled study compared with fresh water. *Vasa Suppl*, 1991; 20(4):382-7.
33. Hartmann, B, Drews, B, Kurten, B, Bassenge, E. CO₂ induced increase in skin circulation and transcutaneous oxygen partial pressure of the top of the foot in patients with intermittent claudication. *Vasa Suppl*. 1989; 27: 251-2.
34. Hartmann, B, Drews, B, Kurten, B, Bassenge, E. Increase in skin microcirculation and oxygen tension and improved venous function in patients with combined arterial and venous circulatory disorders of the leg during and following lower leg immersion in water containing carbon dioxide. *Vasa Suppl*. 1991; 32: 258-60.
35. Carboxitherapy. *Curso Teórico e Prático de Carboxiterapia*. Direção: Carvalho, ACO. Produção: Assista. 2005, DVD2.
36. Derlim, TM. *Manual de Bioquímica com correlação clínica*. Tradução da 5 ed. Americana. São Paulo: Edgar Blucher, 2003, p.630-632.
37. Cormack, DH. *Ham: Histologia*, 9 ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 1991, p.144-148; 477-478.
38. Assumpção, AC, Souza, A, Máximo, A, Cardoso, MC, Borges, FS. Eletrolipólise (Eletrolipoforese) In: Borges, FS. *Fisioterapia Dermato-Funcional: Modalidades Terapêuticas nas Disfunções Estéticas*. São Paulo. Phorte Editora. 2006, p. 209-212.

39. Bray, GA, Greenspan, FS, Stewler, GJ. Obesidade. In: Gray, GA. *Endocrinologia Básica & Clínica*, 5 ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, 1997, p. 522-523.
40. Houssay, BA. *Fisiologia Humana*. 5 ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 1984, p. 346-49.
41. Alitalo, K, Hovi, T, Vaheri, A. Fibronectin is produced by human macrophages. *J Exp Med* 1980, 151: 602-613.
42. Stenman, S, Vaheri, A. Distribution of a major connective tissue fibronectin, in normal human tissues. *J Exp Med* 1978, 147: 1054-64.
43. Ferreira, JCT, Haddad, MD, Tavares, SAN. Increase in collagen turnover induced by intradermal injection of carbon dioxide in rats. *Journal of Drugs in Dermatology*: March 1, 2008.
44. Vilos, GA, Vilos, AG. Safe laparoscopic entry guided by Veress needle CO2 insufflation pressure. *J Am Assoc Gynecol Laparosc*, 2003 Aug; 10(3): 415-20.
45. Bacci, PA, Leibaschoff, G. *La Celulitis Medical Books*; Gascón, 2000. p.19-196.
46. Bartoletti. *Medicina Estética – Metodologie Diagnostiche, Preventive e Corretive*. Editrice Salus Internazionale, 1998, p.405-423.
47. Lang EV, Gossler AA, Fick LJ, Barnhart W, Lacey DL. Carbon dioxide angiography: effect of injection parameters on bolus configuration. *J Vasc Interv Radiol*. 1999 Jan; 10(1):41-9.
48. Lastória, S. Aterosclerose Obliterante Periférica. In: Maffei, FHA. *Doenças Vasculares Periféricas*, Ed. Médica e Científica – MEDSI, 1987.
49. Luigi, P, Vincenzo, V, Bartoletti, CA. La Carbossiterapia: uma metódica terapêutica in evoluzione. *Rivista di Medicina Estética*, n 2, anno 1997.
50. Weimann, L. *Análise da eficácia do ultra-som terapêutico na redução do fibro edema gelóide*. [Monografia]. Paraná: Universidade do Oeste do Paraná; 2004.
51. Brandi, CD, Aniello, C, Grimaldi, L, Caiazzo, E, Stanghellini, E. Carbon Dioxide Therapy: Effects on skin irregularity and its use as a complement to liposuction. *Aesth Plast Sug*, 2004.
52. Bellotti, E, Bernardi, M. Utilizzazione della CO2 termale nella pannicolopatia edematofibrosclerotica. *Rivista Italiana di Medicina Estética*, n2, anno 1992.
53. Guirro, ECO, Guirro, RRRJ. *Fisioterapia Dermato-Funcional: Fundamentos, Recursos e Patologias*, 3 ed, São Paulo: Manole, 2002, p.347-367.
54. Parienti, IJ, *Medicina Estética*, São Paulo, Andrei, 2001, p.39-49.
55. Avram, MM. Cellulite: a review of its physiology and treatment. *J Cosmetic Laser*, 2004(6): 181-185.
56. Francesco, A, Lattarulo, P, Parassoni, L, Curri, SB, Varlaro, V, Guidi, F. Effetti sul microcircolo di differenti dosi di CO2 nella pannicolopatia edemato-fibrosclerotica da stasi (“cellulite”). *Rivista Italiana di Medicina Estética* n2, anno 1998.
57. Corrêa, MS, Gontijo, EG, Tonani, RL, Reis, ML, Borges, FS. *Análise da Eficácia da Carboxiterapia na Redução do Fibro Edema Genóide: Estudo Piloto*. *Revista Fisioterapia Ser – Ano 3 - Nº 2 – Abr/Mai/Jun – 2008*.
58. Brandi, C, Grimaldi, L, Bosi, B, Dei, L, Malatesta, F, Caiazzo, E. The Role of Carbon dioxide Therapy as a Complement of Liposuction The XVI Congress of ISAPS May 26-29, 2002 Instabul Bibliografia.
59. Junqueira, LC, Carneiro, J. *Histologia Básica*. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999, p. 169-170.
60. Ross, MH, Romrell, LJ. *Histologia Texto e Atlas*. 2ed. São Paulo, Panamericana, 1993, p.117-121.
61. Kessel, RG, *Histologia Médica Básica: A biologia das células, tecidos e órgãos*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2001.
62. Summers, L et al. Subcutaneous abdominal adipose tissue blood flow variation within and between subjects and relationship to obesity. *Clin Sci*, 1996 Dec, 91(6): 679-83.
63. Pfiugers. *Arch* 1982, Jan. 392(3): 230-34. Apud In: Yamaguchi C. *II Annual Meeting of Aesthetic Procedures*. São Paulo: Santos, 2006:567-71.
64. Brandi, C, Bacci, PA, Lattarulo, B, Bosi, I, Dei, L, Grimaldi, C, D’Aniello. “II trattamento chirurgico delle localizzazioni addominal della lipomatose múltipla simmetrica (LSM) integrato dalla carbossiterapia”; *Unita Operativa di*

Chirurgia Plástica e Riconstruttiva, Università degli Studi di Siena, 48 Congresso Nazionale della Società di Chirurgia Plástica ed Estética, Gubbio, 25-30, Settembre, 1999.

65. D'Aniello, C, Brandi, C, Lattarulo, P, Bosi, B, Grimaldi, L. Rivista Italiana di chirurgia Plástica "Il ruolo della Carbossiterapia nella strategia terapeutica della LMS".

66. Brandi, C, D'Aniello, C, Grimaldi, L, Bosi, B, Del, I, Lattarulo, P, Alessandrini, C. Carbon dioxide therapy in the treatment of localized adiposities: clinical study and histopathological correlations. *Aesthetic Plast Surg*, 2001 May-Jun; 25(3): 170-4.

67. Borges, FS. Eletrolifting. In Borges, FS. *Fisioterapia Dermato-Funcional: Modalidades Terapêuticas nas Disfunções Estéticas*. São Paulo. Phorte Editora. 2006, p. 236-38.

68. Jahara, RS. Terapêutica por ácidos (Peeling Químico). In Borges, FS. *Fisioterapia Dermato-Funcional: Modalidades Terapêuticas nas Disfunções Estéticas*. São Paulo. Phorte Editora. 2006, p. 236-38.

69. Rossetti, R. Dermotonia Aplicabilidade facial e corporal. In Borges, FS. *Fisioterapia Dermato-Funcional: Modalidades Terapêuticas nas Disfunções Estéticas*. São Paulo. Phorte Editora. 2006, p.131.

70. Gonçalves, AP. Envelhecimento cutâneo cronológico. *An Brás Dermatol*. 1991; 66:4-6.

71. Trelles, MA, Rigau, J, Mellor, TK, Garcia, L. A clinical and histological comparison of flashscanning versus pulsed technology in carbon dioxide laser facial skin resurfacing. *Dermatol. Surg*. 1998; 24: 43-49.

72. Soriano, MCD, Pérez, SC, Baqués, MIC. *Electroestética Profesional Aplicada: Teoria y Prática para la Utilización de Corrientes em Estética*. Espanha: Sorisa, 2000, p.392.

73. Oria, RB, Brito, GAC, Ferreira, FVA, et al. Estudo das alterações relacionadas com a idade na pele humana, utilizando métodos de histo-morfometria e autofluorescência. *An Brás Dermatol*. 2003; 78:425-434.

74. 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 May; 34(2):93-100.

75. U.Wollina, MD, Heinig, B, Uhlemann, MD. Transdermal CO₂ Application in Chronic Wounds. *Case Reports. Lower Extremity Wounds* 3(2); 2004.

76. Guliaeva, EM, Grigor'eva, VD, Derevnina, NA, Gontar', EV. The effect of carbon dioxide baths and applications of low-temperature peloids on the immune function of patients with psoriatic arthritis. *Voprosy Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*. 1999 May - Jun; (3):31-5.

77. Ochiai, R, Takeda, J, Noguchi, J, Ohgami, M, Ishii, S. Subcutaneous carbon dioxide insufflation does not cause hypercarbia during endoscopic thyroidectomy. *Anesth Analg*. 2000 Mar; 90(3): 760-2.

78. Lopez, JC. Carbon Dioxide Therapy. University Hospital of Siena: Italy; 2005.