

С.М. Дроговоз, С.Ю. Штрыголь, Л.Б. Иванцык, А.В. Кононенко, Н.В. Грищенко  
Национальный фармацевтический университет, Харьков

## Фармакологическое обоснование карбокситерапии в дерматологии

Карбокситерапия — метод инвазивного и неинвазивного введения двуокиси углерода ( $\text{CO}_2$ ) в слои эпидермиса и мягкие ткани, который широко используют в косметологии и дерматологии. Фармакодинамика  $\text{CO}_2$  в дерматологии включает многообразные локальные и резорбтивные эффекты: увеличение количества кислорода в коже, стимуляция процесса регенерации кожи и ангиогенеза, стимуляцию продукции коллагена, улучшение результатов, полученных методами омолаживания. За счет разнообразного местного и резорбтивного действия  $\text{CO}_2$ -терапия показана при лечении кожных заболеваний (нейродермит, акне, склеродермия, псориаз, экзема, алопеция, сложные раны, рубцы различного происхождения, аллергодерматозы), для улучшения кровообращения, усиления защитных свойств кожи, заживления ран и ожогов, уменьшения зуда и воспалительных процессов кожи. Высокая эффективность, разумная цена, безопасность и безболезненность обеспечивают лидерство карбокситерапии в дерматологии.

### Ключевые слова

Карбокситерапия, неоангиогенез, гиперкапния, стимуляция фибробластов.

Начиная с 60-х годов прошлого века (а в последние 20 лет все чаще), стали появляться публикации об использовании  $\text{CO}_2$  (карбокситерапии) в косметологии и дерматологии.

Карбокситерапия — метод инвазивного и неинвазивного введения углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) в слои эпидермиса и мягкие ткани, который широко используют в косметологии, дерматологии и anti-aging (антивозрастной) медицине и считают одним из перспективных методов оздоровления и регенерации кожи за счет выраженного неоангиогенеза, расширения сосудов и лучшей оксигенации тканей [1, 10, 12, 16, 17].

Углекислый газ — важнейший продукт клеточного дыхания и метаболизма. Поэтому в организме человека существует множество сенсоров (хеморецепторов), регистрирующих концентрацию  $\text{CO}_2$ . Сдвиг его уровня в любую сторону от физиологических значений запускает многочисленные (рефлекторные и биохимические) реакции адаптации. В частности, при подкожном или внутрикожном введении  $\text{CO}_2$  в коже изменяются интенсивность кровотока, клеточной пролиферации, течение иммунных и воспалительных реакций за счет:

- насыщения тканей кожи кислородом;
- улучшения микроциркуляции, лимфотока и детоксикации;

- усиления синтеза компонентов межклеточного матрикса и неоангиогенеза;
- иммуномодуляции и подавления воспаления [3, 13].

Кожа воспринимает инъекцию  $\text{CO}_2$  как гипоксию, т. е. как недостаток кислорода. В результате в обрабатываемый  $\text{CO}_2$  участок кожи поступает больше кислорода, расширяются мелкие сосуды, повышается тонус вен, улучшается микроциркуляция, подключаются компенсаторные резервы организма (запускается цепочка биохимических процессов, нормализующих обмен веществ). Поэтому карбокситерапия — это метод лечения «от противного»: от гипоксии к выздоровлению [2–4].

В месте инъекции  $\text{CO}_2$  возникает состояние локальной гиперкапнии. Организм быстро реагирует на очень высокую концентрацию  $\text{CO}_2$ , усиливая крово- и лимфообращение в участке его введения. К месту инъекции  $\text{CO}_2$  экстренно поступает большое количество кислорода, а через полчаса, когда введенный  $\text{CO}_2$  успеет полностью вывестись из организма через легкие и почки, в зоне инъекции усиливаются кровообращение, обменные процессы, улучшаются трофика, оксигенация дермы и подкожной жировой ткани. Это способствует усилению синтеза эластических и коллагеновых волокон и повышению

эластичности кожи, выведению токсичных процессов, повышению скорости регенерации клеток дермы, сжиганию жиров, стимуляции лимфодренажа, выведения межклеточной жидкости, уменьшению воспалительных процессов. Одновременно при подкожном введении  $\text{CO}_2$  происходит стимуляция образования фибробластов кожи, влияющих на синтез коллагена, эластина и гиалуроновой кислоты. Именно эти три составляющие в значительной степени отвечают за состояние кожи: чем их больше, тем лучше и здоровее она выглядит [6, 8, 11].

Гиалуроновая кислота является основным компонентом межклеточного матрикса большей части тканей, особенно кожи, так как благодаря способности удерживать необходимое количество воды она повышает вязко-эластические свойства дермы. Эластин, фибриноген и коллаген являются основными элементами волокнистой дермы. Эластические волокна (1–3 %) также отвечают за упругость кожи, а коллагеновые (70–80 %) — за ее прочность и устойчивость к механическим воздействиям. С годами процесс выработки коллагена и эластина, гиалуроновой кислоты замедляется. Содержание коллагена на единицу площади кожи уменьшается на 1 % в год на протяжении жизни. Воздействие  $\text{CO}_2$  на более глубокие слои кожи ведет к продолжительной и постоянной выработке коллагена, заживлению кожи, активизации местных защитных процессов, оздоровлению и обновлению ее, а это в свою очередь положительно влияет на процессы неангиогенеза [5, 7, 8].

Карбокситерапию организм интерпретирует как дефицит кислорода и реагирует увеличением не только кровотока, но и количества VEGF (фактор роста эндотелия сосудов), который стимулирует выработку новых кровеносных сосудов, что в долгосрочной перспективе улучшает кровоснабжение, поступление кислорода к обрабатываемой  $\text{CO}_2$  области и способствует восстановлению функций клеток кожи. Кроме того, при карбокситерапии тромбоциты освобождают факторы, находящиеся в альфа-гранулах, способствующие репарации и регенерации клеточного эндотелия [7, 10, 16].

Общая реакция организма на  $\text{CO}_2$  включает механизмы адаптации: нейрогуморальную реакцию с включением гипоталамо-гипофизарной оси, системы эндогенной регуляции боли (стимуляция синтеза эндорфинов, которые обеспечивают обезболивающий эффект). Это способствует переходу организма на более выгодные пути поддержки энергетического гомеостаза. Кроме того, сразу же после введения  $\text{CO}_2$  растворяется в тканевой жидкости и преобразуется

в угольную кислоту, а с помощью карбоангидразы диссоциирует на ионы. Происходит кратковременное смещение pH в кислую сторону (эффект Бора), что способствует улучшению доставки и потребления кислорода тканями. При последующем соединении продуктов метаболизма  $\text{CO}_2$  с  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  происходит изменение pH в сторону щелочной реакции, что ведет к ослаблению тонуса мышечных волокон (спазмолитическое действие), уменьшению боли (обезболивающее действие), стимуляции факторов роста стенок сосудов (неоваскуляризации) [9, 13].

Таким образом, фармакодинамика  $\text{CO}_2$  в дерматологии включает многообразные локальные и резорбтивные фармакологические эффекты на кожу:

- увеличение количества кислорода в коже;
- стимуляцию процесса регенерации кожи и ангиогенеза (количество капилляров кожи увеличивается, они расширяются, и ускоряется капиллярный кровоток);
- восстановление эластичности и тургора кожи за счет стимуляции продукции коллагена.
- глубокую реструктуризацию и увлажнение кожи;
- восстановление иммунитета, снятие воспаления кожи;
- усиление функции потовых и сальных желез, утилизации токсинов;
- минимизацию и профилактику рубцов после акне;
- уничтожение бактерий, вызывающих образование угрей;
- улучшение состояния кожи при псориазе;
- сокращение объема жировой ткани;
- улучшение результатов, полученных с помощью методов омолаживания [9, 12, 14, 15].

Следовательно, локальное действие углекислого газа в области кожи не ограничивается стимуляцией хемосенсорных клеток, увеличением объемного кровотока и скорости оксигенации тканей, улучшением перфузии тканей за счет локальной дилатации сосудов, усилением процессов метаболизма и репарации, активизацией фибробластов, восстановлением рецепторной чувствительности. В результате локального действия развивается умеренный газовый алкалоз, усиливаются эритро- и лимфопоэз. Подкожные инъекции  $\text{CO}_2$  вызывают местную гиперемию, которая сопровождается бактерицидным, противовоспалительным, обезболивающим и спазмолитическим действием. Обработанный  $\text{CO}_2$  участок получает мощный стимул к регенерации, подкрепленный активизацией собственных ресурсов организма. В результате этого уже после нескольких  $\text{CO}_2$ -процедур реструк-

турируются подкожные ткани, постепенно диффузия  $\text{CO}_2$  становится все более равномерной, о чем свидетельствуют разрушение фиброзных спаек, достижение однородности и тонуса подерживающих тканей.

За счет богатого местного и резорбтивного действия  $\text{CO}_2$ -терапия показана при лечении кожных заболеваний (ограниченный нейродермит, акне, склеродермия, псориаз, экзема, алопеция, сложные раны, рубцы различного происхождения, аллергодерматозы), для улучшения кровообращения, усиления защитных свойств кожи, заживления ран и ожогов (происходит быстрее), снижения зуда и воспалительных процессов кожи [5, 7, 15, 18].

Лечение акне-рубцов включает как внутрикожные инъекции  $\text{CO}_2$ , так и подкожные, в среднем от 4 до 8 сеансов, чтобы получить оптимальные результаты. Процедура может быть болезненной, поэтому необходимо использовать местную анестезию с применением крема [1, 12, 14, 17]. Карбокситерапия улучшает после 1–2 процедур состояние различных типов рубцов: акне, меньше при травматических и послеоперационных.  $\text{CO}_2$ , улучшая местную васкуляризацию, способствует оксигенации и размягчению рубцов.

Углекислый снег, полученный из  $\text{CO}_2$ , тоже с успехом применяют для лечения кожных заболеваний (разрушает патологические клетки бородавок, красной волчанки или лепрозных узлов).

Рана является хронической, если не заживает в соответствии с обычным временем и механизмом репарации. Причина может быть в местной гипоксии. Поэтому карбокситерапию используют у больных с хроническими и плохо заживающими ранами. При этом происходят коррекция тканевой гипоксии из-за эффекта Бора, воздействие на факторы роста эндотелия, стимуляция неогенеза, фибробластов, синтеза коллагена, что приводит к лучшему заживлению ран (диабетических, ишемических, послеоперационных и посттравматических).

Кроме того, в хирургии «подушка» из углекислого газа оберегает операционную рану от подсыхания тканей, а также необходима для заживления после применения кожных имплантатов и операции по поводу карпального туннеля, контрактуры Дюпюитрена.

При лечении ран карбокситерапия обеспечивает простоту ухода: не предполагает восстано-

вительного периода, занимает от 15 мин до часа, результат быстрый и заметный, небольшое количество процедур (от 3 до 10).

Карбокситерапия — альтернатива мезотерапии в связи с экономической доступностью и повышенным комфортом в результате очень мягкого воздействия  $\text{CO}_2$ , отсутствием необходимости проведения анестезии и хирургического вмешательства [2, 11].

Карбокситерапию применяют уже более 30 лет без каких-либо осложнений для лечения целлюлита, псориаза, диабетической язвы, при стриях и др.

Газовые инъекции  $\text{CO}_2$  с успехом сочетают с лечебным массажем и мезотерапией, с липолитической мезотерапией, химическим пилингом, аппаратным омоложением, многократно усиливая их действие за счет синергического эффекта. При этом требуется в несколько раз меньше процедур [1, 4, 10, 18].

При инвазивной и неинвазивной карбокситерапии существуют разные пути доставки  $\text{CO}_2$ . Высокотехнологическое оборудование позволяет контролировать концентрацию, глубину введения, давление в игле и объем инъекции  $\text{CO}_2$  в дерматологии и эстетической медицине. Параметры устанавливают при помощи компьютера индивидуально, в соответствии с показаниями и местом применения  $\text{CO}_2$ . Современные технологии и оборудование делают карбокситерапию абсолютно безопасной, а положительный эффект наблюдается часто уже после 1–2 процедур.

Таким образом, в результате совокупности местных и резорбтивных механизмов действия  $\text{CO}_2$  карбокситерапия стимулирует репаративные и метаболические процессы в коже, способствуя оксигенации тканей кожи, с помощью оксигемоглобина усиливает биохимические процессы, связанные с пролиферацией фибробластов и функцией защитных механизмов дермы; стимулирует кровообращение. В результате этого ткани получают мощный стимул к регенерации. Кроме того, карбокситерапия приводит к активизации неогенеза, стимулируя функции фибробластов. На этих механизмах основан выраженный результат карбокситерапии в косметологии и дерматологии.

Высокая эффективность, разумная стоимость лечения, безопасность и безболезненность обеспечивают перспективность карбокситерапии в дерматологии.

## Список літератури

1. Андріюк Л.В., Зав'ялова О.Р., Мацко Н.В. Застосування вуглекислого газу в медичній реабілітації: метод. реком.— Л., 2014.— 206 с.
2. Зеленкова Г. Карбокситерапія — неінвазивний метод естетичної медицини і дерматології // Дерматологія для практики.— 2014.— № 8 (2).— С. 72–74.
3. Румянцева Е., Блідар С. Карбокситерапія от общего к частному // Инъекционные методы в косметологии.— 2010.— N 1.— С. 46–52.
4. Brandi C., D'Aniello C., Grimaldi L. et al. Carbon dioxide therapy in the treatment of localized adiposities: clinical study and histopathological correlations // Aesthetic Plast. Surg.— 2001.— N 25.— P. 170–173.
5. Brandi C., Grimaldi L., Nisi G. et al. The role of carbon dioxide therapy in the treatment of chronic wounds // In Vivo.— 2010.— Vol. 24, N 2.— P. 223–226.
6. Campos V., Bloch, L., Cordeiro T. Carboxytherapy: the Brazilian experience // J. Amer. Acad. Dermatol.— 2007.— Vol. 56, N 2.— P. 196.
7. Cesare B., Carlo D., Luca G. et al. The role of carbon dioxide therapy in the treatment of chronic wounds // In vivo.— 2010.—Vol. 24, N 2.— P. 223–226.
8. Ferreira J.C., Haddad A., Tavares S.A. Increase in collagen turnover induced by intradermal injection of carbon dioxide in rats // J. Drugs Dermatol.— 2008.— N 7.— P. 201–206.
9. Jensen F. Red blood cell pH, the Bohr effect, and other oxygenation-linked phenomena in blood O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> transport // Acta Physiol. Scand.— 2004.— Vol. 182, N 3.— P. 215–227.
10. Khan M.H., Victor F., Rao B., Sadick N.S. Treatment of cellulite: Part II. Advances and controversies // J. Amer. Acad. Dermatol.— 2010.— Vol. 62, N 3.— P. 373–384.
11. Koutna N. Carboxytherapy: a new non-invasive method in aesthetic medicine // Cas. Lek. Cesk.— 2006.— Vol. 145, N 11.— P. 841–843.
12. Koutna N. Carboxytherapy in Aesthetic Medicine // Berlin: Springer-Verlag.— 2011.— P. 547–576.
13. Lopez J.C. Carbon dioxide therapy: Abstracts of 5th European Congress of Aesthetic Medicine.— Krakow, Poland, 2006.
14. Nach R., Zandifar H., Gupta R., Hamilton J. Subcutaneous carboxytherapy injection for aesthetic improvement of scars // J. Ear. Nose and Throat.— 2010.— Vol. 89, N 2.— P. 64–66.
15. Sinozic T., Kovacevic J. Carboxytherapy — supportive therapy in chronic wound treatment // Acta Med. Croatica.— 2013.— Vol. 67, N 1.— P. 137–141.
16. Varlado V., Manzo G., Mugnaini F., Bisacci C. Carboxytherapy: effects on microcirculation and its use in the treatment of severe lymphedema // Acta Phlebologica.— 2007.— N 8.— P. 79–91.
17. Zelenkova H., Stracenska J. Carboxytherapy — a novel non-invasive method in aesthetic medicine: VIth World Congress IACD, Lisbon, Portugal.— 2008.
18. Zelenkova H., Stracenska J. Combined methods in Aesthetic dermatology: Cosmoderm XIII, Congress ESCAD. Athens 12.— 2008.— P. 74.

С.М. Дроговоз, С.Ю. Штриголь, Л.Б. Іванцик, А.В. Кононенко, Н.В. Грищенко

Національний фармацевтичний університет, Харків

## Фармакологічне обґрунтування карбокситерапії в дерматології

Карбокситерапія — метод інвазивного та неінвазивного введення вуглецю діоксиду (CO<sub>2</sub>) в шари епідермісу і м'які тканини, який широко використовують у косметології та дерматології. Фармакодинаміка CO<sub>2</sub> в дерматології забезпечує різноманітні локальні й резорбтивні ефекти: збільшення кількості кисню в шкірі, стимуляцію процесу регенерації шкіри і ангиогенезу, стимуляцію продукції колагену, поліпшення наслідків омолодження. За рахунок різноманітної місцевої та резорбтивної дії CO<sub>2</sub>-терапія показана для лікування шкірних хвороб (нейродерміт, акне, склеродермія, псоріаз, екзема, алопеція, складні рани, рубці різного походження, алергодерматози), поліпшення кровообігу, посилення захисних властивостей шкіри, загоєння ран і опіків, зменшення свербіння і запальних процесів шкіри. Висока ефективність, доступна вартість, безпека і безболісність забезпечують перспективність карбокситерапії в дерматології.

**Ключові слова:** карбокситерапія, неоангіогенез, гіперкапія, стимуляція фібробластів.

S.M. Drogovoz, S.Yu. Shtrygol, L.B. Ivantsyk, A.V. Kononenko, N.V. Gryshchenko

National University of Pharmacy, Kharkiv

## Pharmacological substantiation of carboxytherapy in dermatology

Carboxytherapy is a method of invasive and noninvasive introduction of CO<sub>2</sub> into the epidermis and the soft tissues, which is widely used in cosmetology and dermatology. Pharmacodynamics of CO<sub>2</sub> in dermatology includes multiple local and resorptive effects: an increase of oxygen amount in the skin, stimulation of the process of skin regeneration and angiogenesis, the production of collagen, improvement of the results obtained by the methods of rejuvenation. Due to the diverse local and resorptive action, CO<sub>2</sub>-therapy is indicated for the treatment of skin diseases (neurodermatitis, acne, scleroderma, psoriasis, eczema, alopecia, complex wounds, scars of different origin, allergic dermatitis), improvement of blood circulation, enhancement of protective properties of the skin, healing of wounds and burns, reduction of itch and skin inflammation. Availability of carboxytherapy in dermatology is provided by its high efficiency, obtainable price, safe and painless treatment.

**Key words:** carboxytherapy, neoangiogenesis, hypercapnia, stimulation of fibroblasts.

### Дані про авторів:

**Дроговоз Світлана Мефодіївна**, д. мед. н., проф. Національного фармацевтичного університету

**Штриголь Сергій Юрійович**, д. мед. н., проф., зав. кафедри фармакології та лікарської токсикології Національного фармацевтичного університету

**Іванцик Леся Богданівна**, к. фарм. н., асист. Національного фармацевтичного університету 61002, м. Харків, вул. Куликівська, 12. Тел. (057) 706-30-69. E-mail: alecinka@mail.ru

**Кононенко Анна Володимирівна**, к. фарм. н., асист. Національного фармацевтичного університету

**Грищенко Наталя Валентинівна**, аспірант Національного фармацевтичного університету