

*ФГБОУ ВО ДонГМУ им. М. Горького Минздрава Российской Федерации
Кафедра дерматовенерологии и косметологии ДПМО*



Перспективы и возможности карбокситерапии в дерматологии и косметологии

*врач-ординатор 2 года Лагерь О.С.
г. Донецк*

Введение

Инвазивная карбокситерапия (ИКТ) представляет собой внутрикожные, подкожные или внутримышечные инъекции стерильного очищенного медицинского углекислого газа (CO₂) в различные участки тела

CO₂ – это атмосферный газ, образованный двумя атомами кислорода и одним атомом углерода (ковалентная двойная связь), бесцветный, негорючий, мало реактивный, тяжелее воздуха

Кокарева И.Н., Аббасов Р.Р., Горбушина Н.Е., Халепо О.В. Современные подходы к пониманию основных эффектов и механизмов действия инъекционной карбокситерапии. Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2024; 23 (2): 33-41.

Ходаков Ю.В., Эпштейн Д.А., Глориозов П.А. Неорганическая химия. Москва: Просвещение. 1971: 48-56.

Механизмы действия

Эффект Бора (Christian Bohr, 1904) — центральное звено терапевтического ответа. CO_2 при попадании в дерму или подкожно-жировую клетчатку вступает в реакцию, образуя угольную кислоту H_2CO_3 . Это приводит к локальному снижению pH и созданию искусственной гиперкапнии в зоне инъекции. Местный ацидоз — ключевой триггер терапевтического каскада.

Кислая среда ослабляет связь между кислородом и гемоглобином: кривая диссоциации оксигемоглобина смещается вправо (правый сдвиг кривой Бора). Гемоглобин «отпускает» O_2 → клетки получают больше кислорода, корректируется локальная гипоксия, восстанавливается аэробный метаболизм и энергетика тканей. Параллельно — вазодилатация и усиление местного кровотока.

Экспериментально подтверждено: после подкожной инфузии CO_2 регистрируется значительное локальное повышение концентрации O_2 и парциального давления PaO_2 . Поддержание кислой pH в роговом слое (диапазон 4–6) укрепляет барьерную функцию кожи и её противомикробную защиту. Эксперименты с мышинной моделью: снижение pH предотвращало эпидермальную гиперплазию, уменьшало тканевую эозинофилию и нормализовало структуру эпидермиса.

Таким образом, эффект Бора является первым и наиболее фундаментальным механизмом действия карбокситерапии — он запускает всю последующую цепочку терапевтических эффектов: вазодилатацию, неоангиогенез, стимуляцию фибробластов и нормализацию обмена веществ.



Bohr Chr., Hasselbalch K., Krogh A. Concerning a Biologically Important Relationship — The Influence of the Carbon Dioxide Content of Blood on its Oxygen Binding. Skand. Arch. Physiol. 1904; 16: 401–412.

Ali S., Yosipovitch G. Skin pH: From Basic Science to Basic Skin Care. Acta Derm Venereol. Winston-Salem: Acta Derm Venereol. 2013; 93: 261–267.

Chng K.R., Su Ling Tay A., Li C. et al. Whole metagenome profiling reveals skin microbiome-dependent susceptibility to atopic dermatitis flare. National Microbiol. 2016; 1 (9): 16-106.

Вазодилататорное действие

Организм воспринимает локальную гиперкапнию как сигнал недостатка O_2 : рефлекторно расслабляются гладкие мышцы прекапиллярных артериол, сосуды расширяются. Значительно усиливается локальный кровоток, улучшается микроциркуляция и перфузия тканей — уже в первые минуты после введения CO_2 .

Дополнительный механизм — рефлекторно-химический: возбуждение хеморецепторов рефлексогенных зон → импульс в вазомоторный центр продолговатого мозга → системная нормализация реологии крови и уменьшение венозного застоя в зоне введения.

Неоангиогенез (курсовой эффект)

При курсовом применении повторяющаяся локальная гипоксия и субклинический воспалительный стимул активируют выработку VEGF (vascular endothelial growth factor) — ключевого регулятора ангиогенеза.

Сопутствующая активация TGF- β 1 и FGF поддерживает ремоделирование внеклеточного матрикса. Лазерная доплеровская флоуметрия фиксирует долгосрочное улучшение перфузии тканей после курса: скорость кровотока 11,21 → 26,09 см/с.

+19 %

прирост кровотока (компьютерная капилляроскопия)

+55 %

вазомоторная активность микрососудов

11,21 → 26,09

скорость кровотока см/с (лазерная доплеровская флоуметрия)



Неоколлагенез

Механическое растяжение тканей газом + субклинический воспалительный ответ → активация фибробластов. Синтез новых волокон коллагена I и III типов, а также эластина. Гистологически: коллагеновые пучки плотнее и упорядоченнее; повышение упругости, эластичности и плотности кожи; увеличение толщины эпидермиса и дермы. Модуляция экспрессии генов: Coll I, Coll III, Coll IV, эластин. Долгосрочный эффект накапливается при курсовом применении.

Ремоделирование ВКМ

Активация трансформирующего фактора роста β (TGF- β 1) и FGF способствует перестройке внеклеточного матрикса. Реорганизация эластиновых волокон, уплотнение дермы, перестройка фиброзных септ при целлюлите. Молекулярные исследования показывают глубокую модуляцию экспрессии генов Coll I, Coll III, Coll IV, эластина и факторов роста. Результат — долгосрочное структурное улучшение кожи, сохраняющееся после курса.

Механическое и липолитическое действие

Поток газа под давлением механически разрушает фиброзные перемычки — газовая субцизия (особенно важна при рубцах и целлюлите). В отношении адипоцитов — двойной механизм: прямая баротравма клеточных мембран + опосредованное усиление липолиза за счёт улучшения локального метаболизма и оксигенации. Уменьшение объёма ПЖК подтверждено калиперометрией и УЗИ.

Молекулярная регуляция:

VEGF

TGF- β 1

FGF

Coll I

Coll III

Coll IV

Эластин

Атрофические рубцы и стрии

Атрофические рубцы (постакне)

Механизм: стимуляция неокollaгeнeзa в зoнe атрoфии, активация фибрoбластoв, зaпoлнeниe дeфицита дeрмaльнoгo мaтpиксa нoвыми кoллагeнoвыми и элaстинoвыми вoлoкнaми. Сравнительные РКИ 2018–2025 демонстрируют сопоставимую эффективность с микронидлингом: значительное улучшение текстуры и уменьшение глубины рубцов при объективной оценке.

Адьювантно с фракционным CO₂-лазером — ускорение заживления, уменьшение эритемы и боли. Газовая субцизия — механическое разделение рубцовой ткани потоком CO₂ под давлением. Показана безопасность и эффективность у детей с патологическими рубцами как минимально инвазивная альтернатива хирургии.

Стрии (*striae distensae*)

Атрофические рубцы вследствие разрыва дермальных коллагеновых и эластиновых волокон. Карбокситерапия стимулирует фибробласты к синтезу нового коллагена и реорганизации эластина. Статистически значимое уменьшение ширины и глубины стрий, улучшение цвета (переход из красных стрий в белые стрии с нормализацией пигментации) и текстуры кожи.

Гистологически: увеличение толщины эпидермиса и дермы, более плотная и организованная структура коллагеновых пучков, нормализация расположения эластиновых волокон. Сопоставимая эффективность с PRP; синергия с фракционным лазером (комбинированный протокол ускоряет результат).





Карбокситерапия в трихологии

Карбокситерапия успешно применяется при андрогенетической алопеции и очаговой алопеции. Основной механизм — улучшение микроциркуляции и оксигенации кожи головы: инъекции CO_2 вызывают выраженную вазодилатацию и стимулируют неоангиогенез вокруг волосяных фолликулов. Усиленный кровоток обеспечивает фолликулы питательными веществами и кислородом.

Приток кислорода и питательных веществ «пробуждает» спящие фолликулы в фазе телогена и переводит их в фазу активного роста (анагена). Клинические исследования с дерматоскопией фиксируют: увеличение количества волос на cm^2 , уменьшение числа дистрофичных стержней, улучшение состояния кожи головы (себуметрия, корнеометрия).



Дерматозы

Псориаз

Комплексная терапия: улучшение микроциркуляции в бляшках уменьшает воспаление и инфильтрацию. Применяется в адьювантном режиме к топической и фототерапии. Снижение PASI на фоне комбинированных схем. Улучшение трофики кожи в зонах бляшек, нормализация эпидермальных процессов.

Локализованная склеродермия

Размягчение фиброзной ткани, улучшение эластичности кожи. Газовая субцизия фиброзных тяжей + усиление перфузии в склерозированных участках. Снижение индекса фиброза по данным гистологии. Уменьшение тугоподвижности кожи.

Витилиго

Сочетание с узкополосной УФБ-терапией (311 нм) — синергетический эффект. Предположительный механизм — улучшение трофики меланоцитов и стимуляция их миграции из волосяных фолликулов → репигментация очагов. Улучшение результатов фотохимиотерапии.

Атопический дерматит / барьерная функция

Поддержание кислой рН (4–6) в роговом слое — барьерная и противомикробная функция. Эксперимент: снижение рН кожи предотвращало эпидермальную гиперплазию, уменьшало эозинофилию и нормализовало структуру эпидермиса.

Целлюлит и локальные жировые отложения

Целлюлит (гиноидная липодистрофия)

Патогенетически обоснованный метод: комплексное воздействие на все звенья: (1) улучшение артериального притока и лимфатического оттока → уменьшение отёчности; (2) стимуляция липолиза в адипоцитах; (3) активация синтеза коллагена с уплотнением дермы и реструктуризацией фиброзных септ → выравнивание рельефа кожи.

Клинические исследования с УЗ-оценкой подтверждают значительное снижение степени выраженности целлюлита — например, с III до II степени по шкале Нюрнбергера-Мюллера; уменьшение окружности бёдер. Газовая субцизия фиброзных септ под давлением газа позволяет достичь выравнивания рельефа без инвазивного вмешательства.

Локальные жировые отложения

Уменьшение объёма ПЖК за счёт липолитического эффекта (механический + метаболический). Статистически значимое уменьшение толщины жировой складки по данным калиперометрии и УЗИ. Прямая баротравма адипоцитов + усиление локального липолиза за счёт улучшения метаболизма.

Поддержание результата требует поддерживающих сеансов 1 раз в 3–6 мес. Без коррекции образа жизни эффект временный. Протокол: глубокое подкожное введение, большой объём газа, скорость до 150 мл/мин.

III → II ст.

снижение по шкале Нюрнбергера-Мюллера

–2–4 см

окружность бёдер за курс

≤ 150 мл/мин

скорость потока для тела

3–6 мес.

интервал поддержив. сеансов

Подкожные инъекции CO₂ продемонстрировали значительное уменьшение выраженности целлюлита (со степени III до II)

Для оценки эффективности лечение целлюлита использовали классический механический ростомер, расчёт индекса массы тела (ИМТ), стандартизированные цифровые фотографии, ультразвуковую диагностику с помощью линейного датчика (частота 6-18 МГц), определяли процент жира в организме каждого пациента с помощью прибора

По результатам полученных данных антропометрические значения веса ($P=0,10$), ИМТ ($P=0,20$) и процента жира в организме ($P=0,73$) до и после лечения существенно не изменились. Однако в ходе анализа панорамного изображения и результатов ультразвуковой диагностики, выявлено уменьшение жировой ткани между кожей и мышцами обрабатываемых зон

Качественный анализ продемонстрировал морфологическое улучшение в реорганизации подкожной жировой клетчатки и фиброзных перегородках наблюдаемых зон



Подкожное введение ИКТ способствовало улучшению микроциркуляции кожи при возрастных изменениях лица и шеи, а использование метода компьютерной капилляроскопии КК4-01-«ЦАВ» продемонстрировало улучшение состояния лица: отечность и птоз мягких тканей лица значительно уменьшились, вертикальные тяжи платизмы и горизонтальные складки на шее стали менее выраженными

По данным компьютерной капилляроскопии было показано, что прирост кровотока составил 19%. Вазомоторная активность микрососудов усилилась на 55%. Повысилась линейная скорость капиллярного кровотока в артериальных и венозных отделах, а также повысилась плотность капиллярной сети

При лечении диабетической стопы были установлены антимикробные свойства CO₂, как в отношении аэробных, так и анаэробных штаммов, что приводило к цитологическим и морфологическим изменениям в гнойных ранах и улучшало эффективность лечения синдрома диабетической стопы

При анализе динамики мазков-отпечатков из отделяемого ран и цитограмм к 5-7-ым суткам лечения цитологическая картина у больных приобретала положительную динамику, некротический детрит и патогенная микрофлора исчезали, снижался процент нейтрофилов, значительно увеличивалось количество фибробластов и макрофагов

Улучшение регенерации тканей отмечалось в 90-95% случаях, в то же время при традиционном лечении этот показатель составил только 15-25%

Осипов Д.П. Локальная гиперкапническая карбокситерапия в лечении синдрома диабетической стопы. Вестник медицинского центра управления делами Президента Республики Казахстан. 2018; 4(73): 33-34.

Карбокситерапия: зрелая и универсальная методика

- 01** Многоуровневый механизм действия: эффект Бора, неоангиогенез, неоколлагенез и механо-липолиз
- 02** Универсальность показаний — от рубцов и стрий до алопеции и хронических ран
- 03** Высокий профиль безопасности: отсутствие серьёзных долгосрочных осложнений при правильном отборе пациентов
- 04** Топические системы расширяют доступность метода и его адьювантное применение после аппаратных процедур

Перспективы 2026+

- ✔ Стандартизация протоколов и шкал оценки
- ✔ РКИ большего объёма выборки
- ✔ Молекулярные и геномные исследования эффектов
- ✔ Комбинированные протоколы с лазерами, RF и PRP

Спасибо за внимание !