

DOI: <http://doi.org/10.30978/SU2019-3-76>

УДК 547.264-31:616-08:615.835:615.849.19



С. М. Дроговоз¹, В. И. Стариков², Л. Б. Иванцык¹,
А. Л. Штробля³, Е. Г. Щекіна¹

¹ Национальный фармацевтический университет, Харьков

² Харьковский национальный медицинский университет

³ Ужгородский национальный университет

ВОЗМОЖНОСТИ КАРБОКСИТЕРАПИИ В ХИРУРГИИ

Углекислый газ организма является важнейшим естественным регулятором дыхания, кровообращения, обмена веществ, электролитного баланса, возбудимости нервной системы и тонуса гладкой мускулатуры. Карбокситерапия основана на применении углекислого газа (CO₂). Благодаря большому количеству фармакологических эффектов он является эффективным и безопасным методом лечения многих заболеваний. Ингаляционно CO₂ применяют в реаниматологической и анестезиологической практике. Другим направлением использования CO₂ в хирургии являются его интраабдоминальные инсуффляции для проведения эндоскопических лапароскопических операций. Углекислый газ быстро поглощается слизистой оболочкой желудочно-кишечного тракта, что вызывает повышенный интерес к его применению в качестве инсуффляционного агента для всех эндоскопических процедур. Кроме того, CO₂ обладает спазмолитическим, анальгезирующим, противовоспалительным и антисептическим эффектами, что имеет важное значение при этих диагностических процедурах. По сравнению с воздушной инсуффляцией инсуффляция CO₂ во время колоноскопии вызывает меньшую послеоперационную боль и растяжение кишечника без значительных изменений рСО₂. Дополнительным механизмом уменьшения боли после такой процедуры может быть сосудорасширяющее действие CO₂ и его спазмолитическое влияние на стенку в расширенной части ободочной кишки. В течение последних 50 лет CO₂ используют в кардиоторакальной хирургии для удаления воздуха из хирургической области, что снижает риск воздушной эмболии при операциях на сердце. В последнее время нагретую и увлажненную инсуффляцию CO₂ в открытой ране применяют в качестве метода, помогающего уменьшить количество инфекций в месте операции. Углекислый лазер обладает ценными для хирурга физико-биологическими и хирургическими свойствами. Углекислый газ также используют в качестве альтернативного контрастного вещества для диагностики. Таким образом, CO₂ благодаря антибактериальным, антигипоксическим, спазмолитическим, болеутоляющим, противовоспалительным и антиоксидантным свойствам и отсутствию побочных эффектов является важным компонентом лечебных и диагностических процедур в хирургии, анестезиологии, гинекологии, дерматологии и других областях медицины.

■ **Ключевые слова:** карбокситерапия, углекислый газ, лапароскопическая хирургия, интраабдоминальные инсуффляции, эндоскопические исследования.

Углекислый газ (CO₂) организма является важнейшим естественным регулятором дыхания, кровообращения, обмена веществ, электролитного баланса, возбудимости нервной системы, тонуса гладкой мускулатуры, так как является мощным физиологическим пейсмейкером многочисленных систем организма: дыхательной, сердечно-сосудистой, кроветворной, выделительной, нервной, иммунной и др.

Карбокситерапия, основанная на применении CO₂, является популярным методом лечения, получившим официальное признание во всем мире, и альтернативой фармакотерапии при многих заболеваниях. В медицине CO₂ широко используют

более 50 лет. Это инновационный, полиэтиологический и полипатогенетический вариант терапии off label (лекарственные средства вне инструкции), дополняющий профилактику и лечение заболеваний без широкого доклинического изучения и внесения карбокситерапии в рекомендованные лекарственные формуляры, протоколы лечения, справочники, учебники. Благодаря большому количеству фармакологических эффектов, безвредности и многолетнему эффективному опыту карбокситерапию применяют off label в широкой медицинской практике [6, 11]. Углекислый газ принимает участие во многих метаболических и рефлекторных процессах системной саморегуляции

Дроговоз Світлана Мефодіївна, д. мед. н., проф., проф. кафедри фармакології
E-mail: drogovozsm@gmail.com

© С. М. Дроговоз, В. И. Стариков, Л. Б. Иванцык, А. Л. Штробля, Е. Г. Щекіна, 2019

організму [2]. Сдвиг рівня CO_2 в організмі в будь-яку сторону від фізіологічних значень запускає численні реакції адаптації. В частині, в разі зниження pCO_2 в альвеолярному повітрі розвивається гіпокапнія: зменшується збудливість дихального центру і виникає різке угнетення його інспіраторної активності впродовж до зупинки дихання (апноє), тоді як підвищення концентрації CO_2 автоматично слугує сигналом для посилення інтенсивності дихання і кровообігу [3]. Механізм дії CO_2 при карбокситерапії в першу чергу пов'язаний з його впливом на дихальний центр через рецептори продовгового мозку (центральні хеморецептори) і судинні рефлексогенні зони (периферическі хеморецептори), розташовані в дузі аорти. В регуляції дихання функції центральних і периферических рецепторів постійно доповнюють одне одного (синергізм) [8].

За рахунок прямого і рефлекторного впливу CO_2 на судинодвигальний центр продовгового мозку розширюються периферическі і коронарні судини, нормалізується базальний тонус артеріол, ударний і миттєвий об'єм серця, що посилює кровоток і мобілізує анаеробний енергетический обмін. В результаті чередування цих процесів відбувається збільшення кровотоку в артеріолах і капілярах, покращення оксигенації тканин, нормалізація тканевого дихання [3]. Гіперкапнія в тканинах при проведенні карбокситерапії знижує сродство гемоглобіна до CO_2 , а звільнення останнього відбувається швидше і активізує еритроцити для доставки більшої кількості кисню до кліток, що стимулює процеси метаболізму. Гіперкапніческія стимуляція артеріальних хеморецепторів носить постійний характер. При підвищенні концентрації CO_2 в крові він дифундує з судин головного мозку в спинномозгову рідину і стимулює центральні хеморецептори дихального центру. В результаті дихання стає глибоким і вентиляція легких збільшується [2]. Слідом за тим, карбокситерапія за рахунок гемодинаміческіх, тканевих і біохіміческіх механізмів дії CO_2 посилює доставку кисню і звільнення його з оксигемоглобіна (*антигіпоксіческія ефект*) [3, 4].

В організмі при гідратації CO_2 утворюється H_2CO_3 , а слабка угольняна кислота диссоціює на іони водороду і бикарбонату. При наступному з'єднанні продуктів метаболізму CO_2 (H^+ і HCO_3^-) з іонами Na^+ і K^+ відбувається тимчасове змінення рН в бік лужної реакції, що сприяє розслабленню м'язових волокон (*спазмолітическія дія*), зменшенню болю (*обезболююческія дія*), стимуляції факторів росту стінок судин (неоваскуляризації) і фібробластів (посилення неоколлагенезу) [4, 7].

Інгаляційне застосування CO_2 в реаніматологіческія і анестезіологіческія практиці в разі суміші 3–5% CO_2 і O_2 (препарат «Карбоген») обумовлює його аналептическія ефект: відновлюється частота і глибина дихальних рухів, усувається віддыхка, дихальна і серцева недостаточність за рахунок впливу CO_2 на дихальний і судинодвигальний центри продовгового мозку (прямий вплив) і регуляцію кровообігу (рефлекторний вплив на гладком'язові волокна судин) [4, 23]. Тому в клініческія медицині карбокситерапію відомо застосовували в хірургії при передозуванні наркозних препаратів для стимуляції дихального центру [8].

Ін'єкції CO_2 (інвазивна карбокситерапія) під шкіру практично не змінює рівень його в крові, але мають сильні місцеві фармакологіческія ефекти в місці введення: судини розширюються, прискорюється венозний відток і виведення токсинів, які є причиною болювих відчуттів, а в результаті формування нового колагену (стимуляція фібробластів) відновлюється еластичність і тургор шкіри і тканин [5, 9].

Благодаря поліпатогенетическія фармакодинаміці карбокситерапія CO_2 є ефективним і безпечним методом лікування багатьох захворювань. Практично в усіх розділах медицини використовують фармакологіческія властивості CO_2 і підтверджені ефективність і безпеку карбокситерапії [1, 9].

Іншим напрямком застосування CO_2 в хірургії є інтраабдомінальні інсуфляції CO_2 для проведення ендоскопіческіх лапароскопіческіх операцій (вдування CO_2 в брюшну порожнину з метою збільшення площі операційного поля для огляду). Такі операції відрізняються від звичайних порожнинних операцій, при яких передбачається достатньо великий розріз тканин. При операціях, здійснюваних з допомогою CO_2 -лапароскопа, замість відкритої операційної рани роблять три невеликі розрізи, які заживають швидше і з меншою кількістю ускладнень [7].

Існує достатня кількість наукових даних про те, що використання інсуфляції CO_2 в час багатьох видів ендоскопіческіх процедур пов'язано з меншою післяпроцедурною болем порівняно з інсуфляцією повітря. Інсуфляція CO_2 має явні переваги для пацієнтів, яким проводять розширені ендоскопіческія процедури, особливо в разі процедур, пов'язаних з більшим ризиком перфорації або газової емболії. К сожалению, в хірургії використовують переважно стандартні системи ендоскопії (інсуфляцію повітрям), тому розробка ендоскопів з вбудованими інсуфляторами CO_2 для більш широкого впровадження CO_2 при ендоскопії є актуальною задачею.

При проведенні операцій по пересадке органів CO_2 використовують в основному для створення в рані атмосферних умов, близьких до фізіологічних [7].

Аналіз ситуації з внутрібольничними інфекціями в Великобританії показав, що частота їх в операційній рані варіює від 0,8 до 16,0 % при кардіохірургічних операціях і до 30,0 % — при операціях в брюшній порожнині [18]. Звичайно вважають, що основним джерелом інфекції при операціях є бактерії, віруси і частинки шкіри, які мають можливість потрапити в хірургічну рану. Частинки шкіри природним чином відшаровуються зі швидкістю від 10^6 до 10^7 в сутки. Ці частинки розсіюються в повітрі за допомогою природної і примусової конвекції [15]. Тому існує необхідність у розробці нових методів в хірургії, що запобігають виникненню інфекцій.

При відкритих кардіохірургічних операціях інсуфляцію рани CO_2 використовують для обмеження кількості повітря, який може проникнути в серце, і запобігання повітряних емболій при перезапуску серця [18]. Ця хірургічна техніка також була використана як метод обмеження кількості частинок шкіри, які можуть проникнути в рану, з використанням комп'ютерного моделювання гідродинаміки в експериментальних випробуваннях. Сферичні частинки діаметром 5,0 і 13,5 мкм були використані для імітації частинок шкіри, що падають в рану, що рухаються зі швидкістю вентиляції повітря (0,2 або 0,4 м/с) і з/без CO_2 -продування. Результати показали, що інсуфляція CO_2 може значно обмежити кількість частинок, здатних потрапити в рану [16].

Основним методом, що використовується для зменшення ймовірності потрапляння в рану частинок з повітря (крім стерилізації обладнання і використання стерильних перчаток і халатів), є розміщення вентиляції над операційним столом для виталкування назовні частинок шкіри з робочої зони. Хоча тіло і волосся хірургів і персоналу в основному закриті, шкіра обличчя і шиї залишається відкритою. Шея хірурга часто обнажена, а особливості операції вимагають від нього нахилитися над раной. Встановлено, що частота нахилу хірурга над раной потенційно збільшує забруднення рани в 27 разів порівняно з знаходженням хірурга вдалі від рани [12].

Вивчено раннє забруднення частинками шкіри з/без використання підогретого CO_2 для заповнення рани в час операції з допомогою вичислювальних і експериментальних методів. Встановлено, що основною причиною інфекції для хворого є мікросфера навколо хірургічної рани і вентиляція над раной, але не операційна в цілому [12, 19].

Спочатку (з 1917 р.) в час операцій в брюшну порожнину заповнювали атмосферним повітрям, але при цьому різко зростає ризик інфікування операційного поля мікроорганізмами, що містяться в повітрі. Далі для цієї мети стали використовувати CO_2 , що пригнічує життєдіяльність аеробних мікробів. Дослідження в хірургії підтверджують, що операційне поле більш безпечно і цілеспрямовано заповнювати CO_2 , ніж повітрям. Тому в сучасній хірургії часто використовують антимікробні властивості CO_2 , що дозволяють ізолювати операційну поверхню від мікробіологічного зараження, так як постійно присутні в повітрі патогенні і умовно патогенні мікроорганізми можуть викликати дуже серйозні ускладнення навіть до летального результату. Цю небезпечність може запобігти CO_2 , що використовується в час хірургічних операцій, завдяки антисептичним властивостям, що дозволяє суттєво зменшити дозування антибіотиків і час, необхідний для заживлення післяопераційних ран [16, 19]. Крім того, «подушка» з CO_2 захищає операційну рану від «висушення» тканин, являючись синергічною підтримкою заживлення після застосування шкірних імплантів, операції карпального тунелю і контрактури Дюпюїтрена [8].

В час останніх 50 років CO_2 використовують в кардіоторакальній хірургії для видалення повітря з зони операції, що зменшує ймовірність повітряної емболії при операціях на серці. Нагріту і зволожену інсуфляцію CO_2 в відкритій рані використовують як метод, що допомагає зменшити кількість інфекцій в місці операції і покращити насичення тканин киснем. Зокрема, в лапароскопічній хірургії CO_2 широко використовують для інсуфляції, а його безпеку добре відомо [23].

Пероральна ендоскопічна міотомія повітрям пов'язана з великим ризиком перфорації (5–10 %), що може призвести до сильної болю, підшкірної емфіземи, пневмомедіастинуму, пневмоперитонеуму або синдрому компартмента [15, 18]. Випадковий вихід інсуфляційного повітря в брюшну порожнину і його наступне накопичення можуть порушити функцію діафрагми і призвести до серцево-судинних порушень, викликаних розвитком напруженого пневмоперитонеума. Перфорація шлунка може призвести до напруженого пневмомедіастинуму [20], а CO_2 завдяки швидкому його всмоктуванню може запобігти вторинним шкідливим ефектам перфорації і тому звичайно використовується в час ендоскопічних процедур високого ризику [8].

Ендоскопічні дослідження є важливою частиною діагностики пацієнтів. Однак у значній частині пацієнтів, що страждають від болю і тошноти після ендоскопічних

исследований, таких как эзофагогастродуоденоскопия, эндоскопическая ретроградная холангиопанкреатография, колоноскопия [20, 21, 24]. Для установления фактов применения CO_2 для эндоскопии мы провели электронный и ручной поиск результатов исследований инсuffляции CO_2 в электронной базе данных MEDLINE, ISI Web of Science, Кокрановского регистра контролируемых испытаний. Использовали такие термины, как CO_2 , инсuffляция, желудочно-кишечная эндоскопия, колоноскопия, эндоскопическая ретроградная холангиопанкреатография и эзофагогастродуоденоскопия.

Впервые инсuffляция CO_2 была предложена в качестве альтернативы инсuffляции воздуха для расширения просвета при желудочно-кишечной эндоскопии [12]. Поиск показал, что по сравнению с воздушной инсuffляцией инсuffляция CO_2 во время колоноскопии вызывает меньшую послеоперационную боль и растяжение кишечника без значительных изменений pCO_2 [21]. В рандомизированных контролируемых исследованиях сравнивали эффекты воздуха и CO_2 в качестве инсuffляционных агентов во время гибкой сигмоэндоскопии нижнего отдела желудочно-кишечного тракта [20, 21, 24]. Использование CO_2 способствовало значительному снижению интенсивности боли через 1 и 6 ч после завершения эндоскопии по сравнению с воздухом [13]. Также установлено, что адекватное растяжение просвета желудочно-кишечного тракта требуется для безопасного продвижения эндоскопов и тщательной визуализации слизистой оболочки. Комнатный воздух, который широко используют для растяжения просвета желудочно-кишечного тракта, обладает многими преимуществами. Однако воздух помещения плохо поглощается желудочно-кишечным трактом и в значительной степени удаляется через отрыжку или посредством выхода газов из желудочно-кишечного тракта. Для того чтобы минимизировать послеоперационное вздутие живота обычно отсасывают как можно больше воздуха после завершения процедуры и непосредственно перед удалением эндоскопа. Как показывают исследования, 50 % пациентов отмечали боль после завершения колоноскопии, а 12 % — даже через 24 ч после процедуры. Несмотря на усовершенствование технологии и методов эндоскопии, что способствовало уменьшению длительности процедуры и количества вводимого воздуха, некоторые пациенты испытывают послеоперационную боль, связанную с растяжением гладкой мускулатуры, тогда как CO_2 быстро поглощается слизистой оболочкой желудочно-кишечного тракта, что вызывает повышенный интерес к его применению в качестве инсuffляционного агента для всех эндоскопических процедур желудочно-кишечного тракта. Кроме того, CO_2 вызывает спазмолитический, анальгезирующий, противо-

воспалительный и антисептический эффекты, что имеет важное значение при этой диагностической процедуре [16, 21].

Углекислый газ абсорбируется из желудочно-кишечного тракта в 160 раз быстрее, чем азот, и является основным газообразным компонентом окружающего воздуха. Поэтому многие считают CO_2 альтернативой комнатному воздуху для инсuffляции во время эндоскопии желудочно-кишечного тракта. Углекислый газ пассивно всасывается через слизистые оболочки в кровоток и в итоге выдыхается через легкие. Рандомизированные исследования, сравнивающие инсuffляции CO_2 и воздуха во время колоноскопии, показали, что инсuffляция CO_2 связана с меньшей послеоперационной болью и растяжением кишечника, что указывает на преимущества инсuffляции CO_2 , проявляющиеся после завершения эндоскопической процедуры: остаточное газообразное растяжение воздухом после завершения эндоскопических процедур вызывает послеоперационную боль, а CO_2 рассасывается значительно быстрее, чем воздух, что обуславливает меньшую послеоперационную боль [8].

Кроме того, исследования, проведенные на животных во время колоноскопии, позволяют предположить, что дополнительным механизмом уменьшения боли после CO_2 -процедуры может быть сосудорасширяющее действие CO_2 и его последующее спазмолитическое влияние на стенку в расширенной части ободочной кишки [6]. Средний кровоток в нижней брыжеечной артерии собак во время использования CO_2 в качестве инсuffляционного агента увеличивался на 109—155 % по сравнению с исходным уровнем в периоды кратковременного повышенного внутрипросветного давления в желудочно-кишечном тракте. Согласно данным исследованиям инсuffляция CO_2 была связана со значительно меньшим болевым синдромом во время процедуры, меньшей потребностью в назначении болеутоляющих препаратов.

Способность CO_2 принимать участие в регуляции проницаемости клеточных мембран посредством распределения ионов натрия, влияющих на возбудимость нейронов, обеспечивает его транквилизирующее действие, что позволяет использовать CO_2 для устранения тревожности и психической напряженности, которая очень часто сопровождает проведение колоноскопии и других эндоскопических процедур [7, 10].

Углекислый газ также используют в качестве инсuffляционного агента во время холангиоскопии. В проспективном исследовании при оценке эффективности CO_2 в отличие от инфузии солевого раствора для инсuffляции желчного протока во время пероральной холангиоскопии установлены преимущества использования CO_2 , связанные с более коротким временем процедуры без какого-

либо ущерба для качества холангиоскопических изображений [13].

Лазерная хирургия стала неотъемлемой частью общей и специальной хирургической техники. Из доступных сегодня лазеров углекислый лазер обладает наиболее ценными для хирурга физико-биологическими и хирургическими свойствами: излучает пространственно-временные когерентные волны высокой интенсивности, инфракрасное излучение с длиной волны 10,6 мкм, которые почти на 100 % поглощаются тканью. CO₂-лазер обладает способностью испарять, резать и иссекать ткань, стерилизуя ее по мере прохождения. Значение CO₂-лазера как хирургического средства доказано при лечении новообразований в черепной, грудной и брюшной полости, гортани, полости носа и пазух, прямой кишке, вульве, влагалище и матке [8].

Создавая гемостатический эффект, CO₂-лазер совместим с системой эвакуации продуктов абляции (лазерная абляция — метод удаления вещества с поверхности лазерным импульсом), что позволяет работать по чистому операционному полю. Благодаря большому инструментальному выбору (более 50 насадок) CO₂-терапию используют для широкого спектра распространенных патологий. Например, сканер TopScan — для обработки больших поверхностей, сканер MicroScan — для деликатной хирургии в гинекологии и при патологии ЛОР-органов. Данные приборы облегчают манипуляции при проведении процедур карбокситерапии и обеспечивают хороший эффект [8].

CO₂-лазер является ценным в устранении пролежней и язв, имеет потенциал лечебного действия для ортопедической хирургии и хирургии молочной железы. Хирургический CO₂-лазер безопасен для персонала и пациентов при эксплуатации, относительно прост в использовании, быстрый в своем действии. Карбокситерапия отличается отсутствием аллергических реакций, нейро-, нефро-, гепато- и гастротоксичности. Это безопасный метод при хирургических вмешательствах, так как вводится не чужеродное вещество, а CO₂, который является естественным участником биохимических процессов в организме [3, 4].

В качестве скальпеля CO₂-лазер используют во время хирургического вмешательства для удаления бородавок и папиллом. После такой процедуры в отличие от обычного разреза скальпелем

практически не остается следов на коже. Разрез CO₂-лазером намного тоньше, а кровотечение останавливается CO₂-лучом. В хирургии и косметологии используют абляционный CO₂-лазер для разглаживания рубцов на коже, в ЛОР-хирургии — при лечении эпителиальных дисплазий, опухолей гортани, храпа (иногда за 1 сеанс), удалении полипов в носу, тонзилэктомии и стенозах гортани. CO₂-лазер может вывести пигментные пятна и татуировки, а также отшлифовать кожу [5, 9].

Наличие микроманипулятора с адаптерами для микроскопа, кольпоскопа и лапароскопа значительно расширяет область применения CO₂, обеспечивает точное и безопасное воздействие на патологический очаг.

Углекислый газ используют в качестве альтернативного контрастного вещества для диагностики. Применение CO₂ значительно удешевляет проведение таких диагностических процедур, например, в периферической ангиографии, а также диагностику кровотечений из желудочно-кишечного тракта, у больных с почечной недостаточностью, а также исследование проходимости маточных труб [22].

Таким образом, CO₂ благодаря антибактериальным, антигипоксическим, спазмолитическим, болеутоляющим, противовоспалительным, антиоксидантным свойствам и отсутствию побочных эффектов является важным компонентом лечебных и диагностических процедур в хирургии, анестезиологии, гинекологии, дерматологии и других областях медицины. Анализ опыта использования карбокситерапии в хирургии свидетельствует о том, что ее успешно применяют при малоинвазивных операциях, в желудочно-кишечной эндоскопии, чтобы увеличить и стабилизировать полости тела для лучшей видимости операционного поля, для рассечения, абляции, коагуляции, гемостаза и блефаропластики, обеззараживания операционного поля, быстрого и качественного заживления операционных ран, тканевой перфузии для устранения гипоксии и оксидативного стресса тканей. Современные технологии делают карбокситерапию абсолютно безопасной. Безопасность и нетоксичность данного метода гарантирована использованием систем, сертифицированных в Европе, США, России, Украине и других странах. Карбокситерапию можно применять в виде монотерапии, а также в сочетании с другими видами лечения.

Конфликта интересов нет.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования — С. Д.;

сбор материала — С. Д., Л. И.; обработка материала — С. Д., В. С., Л. И., А. Ш.;

написание текста — С. Д., В. С., Л. И., А. Ш., Е. Ш.; редактирование — С. Д., В. С., Е. Ш.

Література

- Бунятян Н. Д. і др. Карбокситерапія — одно из инновационных направлений в курортологии // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. — 2018. — Т. 95, № 5. — С. 72—76.
- Дрогозов С. М., Штриголь С. Ю., Кононенко А. В. і др. Механізм дії карбокситерапії // Фармакологія і лікарська токсикологія. — 2016. — № 6 (51). — С. 12—20.
- Дрогозов С. М., Штриголь С. Ю., Кононенко А. В. і др. Фармакологічне обґрунтування карбокситерапії (CO₂-терапії) // Фармакологія і лікарська токсикологія. — 2017. — № 1 (52). — С. 73—78.
- Дрогозов С. М., Штриголь С. Ю., Кононенко А. В. і др. Физиологические свойства CO₂ — обоснование уникальности карбокситерапии // Медична та клінічна хімія. — 2016. — Т. 18, № 1. — С. 112—116.
- Дрогозов С. М., Штриголь С. Ю., Іванчик Л. Б. і др. Фармакологічне обґрунтування карбокситерапії в дерматології // Укр. журн. дерматол., венерол., косметол. — 2016. — № 2. — С. 105—108.
- Дрогозов С. М., Штриголь С. Ю., Зупанець М. В. і др. Карбокситерапія — альтернатива традиційній фармакотерапії // Клиническая фармакология. — 2016. — Т. 20, № 1. — С. 12—17.
- Дрогозов С. М., Штриголь С. Ю., Зупанець М. В. і др. Унікальність фармакотерапевтичних можливостей вуглекислого газу (карбокситерапії) // Рациональная фармакотерапия. — 2016. — № 1. — С. 37—39.
- Карбокситерапія: механізми, ефекти, застосування: справочник / Под ред. С. М. Дрогозова. — Х.: Титул, 2019. — 192 с.
- Кононенко А. В. і др. Карбокситерапія — інноваційний метод в косметології // Клиническая фармация. — 2016. — № 4 (20). — С. 17—23.
- Цивунін В. В., Дрогозов С. М. та ін. Безпечна та ефективна альтернатива допінгу: використання карбокситерапії в спорті // Фармакологія та лікарська токсикологія. — 2018. — № 1 (57). — С. 13—20.
- Черных В. П. і др. Карбокситерапія — стиль off label use (лекарственные средства вне инструкции) // Лікарська справа. — 2017. — № 5—6. — С. 112—116.
- Baumann M. et al. Effect of CO₂-induced insufflation in minimizing surgical wound contamination during open surgery // Ann. Biomed. Eng. — 2018. — Vol. 46 (8). — P. 1101—1111.
- Bretthauer M. et al. Carbon dioxide insufflation reduces discomfort due to flexible sigmoidoscopy in colorectal cancer screening // Scand. J. Gastroenterol. — 2002. — Vol. 37 (9). — P. 1103—1107.
- Cho K. J. Carbon dioxide angiography: Scientific principles and practice // J. Vasc. Specialist Int. — 2015. — Vol. 31 (3). — P. 67—80.
- Hanly E. J. et al. Carbon dioxide pneumoperitoneum prevents mortality from sepsis // Surg. Endosc. — 2006. — Vol. 20. — P. 1482—1487.
- Helenius I. T. et al. Elevated CO₂ suppresses specific Drosophila innate immune responses and resistance to bacterial infection // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. — 2009. — Vol. 106 (44). — P. 18710—18715.
- Ikechelu J. I. et al. Comparison of carbon dioxide and room air pneumoperitoneum for day-case diagnostic laparoscopy // J. Obstet Gynaecol. — 2005. — Vol. 25. — P. 172—173.
- Paluszkiwicz P. et al. Cardiac arrest caused by tense pneumomediastinum in a patient with Behava syndrome // Ann. Thorac. Surg. — 2009. — Vol. 87 (4). — P. 1257—1258.
- Penhavel M. V. et al. Effects of carbon dioxide therapy on the healing of acute skin wounds induced on the back of rats // Acta Cirurgica Brasileira. — 2013. — Vol. 28. — P. 334—339.
- Sajid M. S. et al. Carbon dioxide injection against conventional air injection for colonoscopy: a systematic review and meta-analysis of published randomized controlled trials // Colorectal. Dis. — 2015. — Vol. 17 (2). — P. 111—123. doi: 10.1111/codi.12837. Overview.
- Seo E. H. et al. The efficacy and safety of carbon dioxide insufflation during a colonoscopy with sequential esophagogastroduodenoscopy in outpatients with moderate sedation: a randomized, double-blind, controlled trial // J. Clin. Gastroenterol. — 2013. — Vol. 47 (5). — P. 45—49. doi: 10.1097/MCG.0b013e31825c023a.
- Shaw D. R., Kessel D. O. The current status of the use of carbon dioxide in diagnostic and interventional angiographic procedures // Cardiovasc. Intervent. Radiol. — 2006. — Vol. 29. — P. 323—331.
- Vilos G. A., Vilos A. G. Safe laparoscopic entry guided by Veress needle CO₂ insufflation pressure // J. Am. Assoc. Gynecol. Laparosc. — 2003. — Vol. 10 (3). — P. 415—420.
- Wang X. Y. et al. Tunnel submucosal endoscopic resection of submucosal tumors of the esophago-gastric junction originating from the muscularis propria: feasibility study (with video) // Surg. Endosc. — 2014. — Vol. 28 (6). — P. 1971—1977.

С. М. Дрогозов¹, В. І. Старіков², Л. Б. Іванчик¹, А. Л. Штрибля³, К. Г. Щокіна¹

¹ Національний фармацевтичний університет, Харків

² Харківський національний медичний університет

³ Ужгородський національний університет

МОЖЛИВОСТІ КАРБОКСИТЕРАПІЇ В ХІРУРГІЇ

Вуглекислий газ організму є найважливішим природним регулятором дихання, кровообігу, обміну речовин, електролітного балансу, збудливості нервової системи, тону гладеньких м'язів. Карбокситерапія ґрунтується на застосуванні CO₂. Завдяки його багатій фармакодинаміці є ефективним і безпечним методом лікування багатьох захворювань. Інгаляційно CO₂ застосовують у реаніматологічній і анестезіологічній практиці. Іншим напрямом використання CO₂ у хірургії є його інтраабдомінальні інсуфляції для проведення ендоскопічних лапароскопічних операцій. Вуглекислий газ швидко поглинається слизовою оболонкою шлунково-кишкового тракту, що зумовлює підвищений інтерес до його застосування як інсуфляційного агента для всіх ендоскопічних процедур. Крім того, CO₂ має спазмолітичну, анагезивну, протизапальну і антисептичну дію, що має важливе значення при цих діагностичних процедурах. Порівняно з повітряною інсуфляцією інсуфляція CO₂ під час колоноскопії спричиняє менший післяпроцедурний біль і розтягнення кишечника без значних змін рСО₂. Додатковим механізмом зменшення болю після такої процедури може бути судинорозширювальна дія CO₂ і його спазмолітичний вплив на стінку в розширеній частині ободової кишки. Протягом останніх 50 років CO₂ використовують у кардіоторакальній хірургії для видалення повітря з хірургічної ділянки, що знижує ризик повітряної емболії при операціях на серці. Останнім часом нагріту та зволожену інсуфляцію CO₂ у відкритій рані застосовують як метод, який допомагає зменшити кількість інфекцій у місці операції. Вуглекислий лазер має цінні для хірурга фізико-біологічні та хірургічні властивості. Вуглекислий газ також використовують як альтернативну контрастну речовину для діагностики. Таким чином, CO₂ завдяки антибактеріальним, антигіпоксичним, спазмолітичним, беззаспокійливим, протизапальним і антиоксидантним властивостям та відсутності побічних ефектів є важливим компонентом лікувальних і діагностичних процедур у хірургії, анестезіології, гінекології, дерматології та інших галузях медицини.

Ключові слова: карбокситерапія, вуглекислий газ, лапароскопічна хірургія, інтраабдомінальні інсуфляції, ендоскопічні дослідження.

S. M. Drogovoz¹, V. I. Starikov², L. B. Ivantsyk¹, A. L. Shtroblya³, C. G. Shchokina¹

¹National University of Pharmacy, Pharmacology Department

²Kharkiv National Medical University, Oncology Department

³Uzhgorod National University, Department of Pharmaceutical Disciplines

THE CARBOXYTHERAPY OPPORTUNITIES IN SURGERY

The carbon dioxide of the body is the most important natural regulator of respiration, blood circulation, metabolism, electrolyte balance, nervous system excitability, smooth muscle tonus. Carboxytherapy is based on the use of carbon dioxide. It is an effective and safe method of many diseases' treatment due to its rich pharmacodynamics. Inhalation of CO₂ is used in resuscitation and anesthesiology practice. Another area of CO₂ application in surgery is intra-abdominal insufflation for all endoscopic laparoscopic procedures. Carbon dioxide is quickly absorbed by the mucous membrane of the gastrointestinal tract, which causes an increased interest in its use as an insufflation agent for all endoscopic procedures. In addition, CO₂ has antispasmodic, analgesic, anti-inflammatory and antiseptic effects, which is important for these diagnostic measures. CO₂ insufflation during a colonoscopy causes less post-procedure pain and distension of the intestine without significant changes in pCO₂ compared to air one. An additional mechanism for pain reducing after the CO₂ procedure may be the vasodilating effect of CO₂ and its spasmolytic action on the wall in the enlarged part of the colon. For the past 50 years, CO₂ has been used in cardiothoracic surgery to remove air from the surgical area, which reduces the air embolism probably during heart surgery. Recently, heated and hydrated CO₂ insufflation is used as a method to reduce the infections rate at the surgery site in an open wound. A carbon dioxide laser has physical, biological and surgical properties valuable for the surgeon. Carbon dioxide is also used as an alternative diagnostic contrast agent. Therefore, CO₂ due to its antibacterial, antihypoxic, antispasmodic, analgesic, anti-inflammatory, antioxidant properties and the side effects absence is an important component of therapeutic and diagnostic procedures in surgery, anesthesiology, gynecology, dermatology and other fields of medicine.

Key words: carboxytherapy, carbon dioxide, laparoscopic surgery, intra-abdominal insufflations, endoscopic examinations.