

COVID-19

[https://doi.org/10.31640/2706-8803-2022-\(1-2\)-01](https://doi.org/10.31640/2706-8803-2022-(1-2)-01)

UDC 615.8:546.264-31]:578.834COVID-19



С. М. Дроговоз, доктор медичних наук, професор,
ORCID ID: 0000-0002-9997-2197, Scopus, Publons, НБУВ ID: 1474527,
Національний фармацевтичний університет, <https://nuph.edu.ua>,
Кафедра фармакології та фармакотерапії, <https://pharmacolpharmacother.nuph.edu.ua>,
Харків, Україна, farmacol@nuph.edu.ua

А. Л. Штробля, кандидат фармацевтичних наук, доцент,
ORCID ID: 0000-0002-9499-4880,
Ужгородський національний університет, <https://www.uzhnu.edu.ua>,
Кафедра фармацевтичних дисциплін, Ужгород, Україна

В. В. Штробля,
ORCID ID: 0000-0003-3344-3580,
Ужгородський національний університет, <https://www.uzhnu.edu.ua>, Ужгород, Україна

М. В. Штробля,
ORCID ID: 0000-0003-0480-6207,
Ужгородський національний університет, <https://www.uzhnu.edu.ua>, Ужгород, Україна

К. Г. Щокіна, доктор фармацевтичних наук, професор,
ORCID ID: 0000-0003-3297-5999,
Національний фармацевтичний університет, Кафедра фармакології та фармакотерапії, Харків, Україна

К. В. Калько, кандидат фармацевтичних наук, доцент,
ORCID ID: 0000-0002-8776-477X,
Національний фармацевтичний університет, Кафедра фармакології та фармакотерапії, Харків, Україна

Л. В. Деримедвідь, доктор медичних наук, професор,
ORCID ID: 0000-0002-5064-6550, НБУВ ID: 0001255,
Національний фармацевтичний університет, Кафедра фармакології та фармакотерапії, Харків, Україна

В. М. Хоменко, доктор фармацевтичних наук, професор,
ORCID ID: 0000-0002-1374-7635,
Донецький національний медичний університет, <https://dnmu.edu.ua>, Краматорськ, Україна

І. В. Кіреєв, доктор медичних наук, професор,
ORCID ID 0000-0002-5413-9273,
Національний фармацевтичний університет, Кафедра фармакології та фармакотерапії, Харків, Україна

В. Д. Лук'янчук, доктор медичних наук, професор,
ORCID ID: 0000-0002-7734-4739,
Міжнародний класичний університет ім. Пилипа Орлика, <https://mku.edu.ua>,
Кафедра фармації, <https://mku.edu.ua/sklad-kafedry-5>, Миколаїв, Україна

О. Ю. Гіщак, завідувачка інфекційного відділення,
Стебницька міська лікарня, Стебник, Львівська область, Україна

Н. В. Грищенко, завідувачка кабінету карбокситерапії,
санаторій "Шахтар", Трускавець, Львівська область, Україна

© С. М. Дроговоз, А. Л. Штробля, В. В. Штробля, М. В. Штробля, К. Г. Щокіна, К. В. Калько, Л. В. Деримедвідь,
В. М. Хоменко, І. В. Кіреєв, В. Д. Лук'янчук, О. Ю. Гіщак, Н. В. Грищенко, 2022

ТЕРАПЕВТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ КАРБОКСИТЕРАПІЇ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ПАТОГЕНЕЗ ТА СИМПТОМИ COVID-19

Анотація. Коронавірусне захворювання (COVID-19) – інфекційна хвороба, яку спричиняє вірус SARS-CoV-2 та його мутанти. COVID-19 часто є причиною розвитку патологій дихальної системи на фоні гіпоксії. Одним із альтернативних методів усунення гіпоксії є карбокситерапія, оскільки діоксид вуглецю (CO_2), завдяки своїм фізіологічним властивостям, проявляє антигіпоксичну та антиоксидантну дію. Застосування в лікуванні CO_2 може бути ефективним для усунення симптомів плевролегеневої патології, так як CO_2 володіє протизапальною, противірусною та протимікробною діями.

Ключові слова: COVID-19; легенева патологія; гіпоксія; CO_2 ; карбокситерапія; гіперкапнія; протимікробна дія; противірусна дія.

ВСТУП

Мутант коронавірусу SARS-CoV-2, що викликає інфекцію COVID-19, є небезпечним, а інколи навіть летальним. Він часто стає причиною розвитку плевролегеневої патології за типом інтерстиціальної пневмонії, на фоні якої виникає гіпоксемія, що спричиняє гіпоксію (дихальну, циркуляторну), синдром плеврального випоту (СПВ) [8, 21]. Вказані види гіпоксії часто спостерігаються в умовах пандемії COVID-19, про що свідчать показники оксигенації у постраждалих від коронавірусу. Тому, згідно протоколів лікування хворих на COVID-19, обов'язковим є спостереження за показниками оксигенації крові. Своєчасна діагностика гіпоксемії за показниками оксигенації в таких хворих, а також її профілактика і терапія можуть запобігти розвитку ускладнень плевролегеневого характеру, які призводять до гіпоксії та поліорганної недостатності, що спричиняють труднощі в лікуванні COVID-19 [11].

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Одним із методів профілактики та лікування гіпоксії протягом багатьох років є фізіологічний газ – діоксид вуглецю (CO_2), який завдяки своїм унікальним фармакологічним властивостям протягом тривалого часу (більше 100 років) застосовується для медичних потреб. CO_2 володіє ангігіпоксичною, антиоксидантною, протизапальною, спазмолітичною, антибактеріальною та противірусною активністю [1, 5].

Останнім часом існуюча інформація про фармакодинаміку та фізіологічні властивості цього натурального продукту організму доповнилась новими даними – CO_2 проявляє противірусну та протимікробну дію [11].

З 1917 року стало можливим широке застосування хірургічного втручання у черевну порожнину. Спочатку порожнину заповнювали атмосферним повітрям, що загрожувало різким зростанням ризику інфікування операційного поля мікроорганізмами, які є в повітрі і можуть викликати дуже серйозні ускладнення, включно до летальних випадків [7, 22]. Пізніше почали застосовувати CO_2 , який пригнічує життєдіяльність аеробних мікроорганізмів. Сучасні клінічні дослідження в хірургії теж підтвердили, що операційне поле безпечніше заповнювати CO_2 , адже це дозволяє ізолювати поверхню операційного поля від патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів. Такий метод застосування в хірургії CO_2 , завдяки його антисептичним властивостям, може запобігти розвитку інфекції, а також допомагає суттєво зменшити дозу антибактеріальних засобів та час, необхідний для загоєння післяопераційної рани [13].

Окрім того, CO_2 посилює тканинну перфузію, усуває гіпоксію і антиоксидантний стрес тканини в умовах післяопераційного періоду [19].

Нині рефлекторна дія CO_2 (суміш O_2 і CO_2 – карбоген) застосовується для стимуляції легеневої вентиляції та профілактики післяопераційної пневмонії з метою попередження розвитку ателектазу легень, для збільшення глибини дихання і зменшення бронхоспазму (CO_2 має бронхолітичні властивості) [6]. Тому вдихання CO_2 застосовується в якості альтернативи для забезпечення периферичних тканин необхідною кількістю кисню при гіпоксії та для покращення кровотоку і оксигенації органів. Інвазивна карбокситерапія (парентеральне введення CO_2) практично миттєво підвищує концентрацію кисню в тканині більше ніж у 3 рази [4].

Крім того, при захворюваннях органів дихання карбокситерапія (лікування CO_2) допомагає зменшити патологічний симптомокомплекс цих захворювань за рахунок протизапальних, антигіпоксичних, антиоксидантних, антисептичних, антиалергічних (мембраностабілізуючих) властивостей. Відповідно, нині карбокситерапія – це інноваційна технологія в медицині, яка виступає у ролі додаткової та альтернативної терапії з успішними результатами [6,17].

Роль CO_2 , як природного стимулятора дихання, полягає в тому, що при мінімальній зміні його концентрації (на 0,1 %) в організмі включаються численні механізми швидкого повернення концентрації O_2 до норми: велика кількість сенсорів організму людини регулює концентрацію O_2 і CO_2 . Так, збільшення концентрації CO_2 є сигналом для посилення інтенсивності дихання, кровообігу, зменшення спазму м'язів, що сприяє підвищенню опору організму при дії несприятливих факторів та прояву протизапальних і анальгезуючих ефектів. Карбокситерапія, завдяки здатності усунення гіпоксії, приводить до зменшення утворення молочної кислоти, що сприяє знеболюванню [4].

Здатність карбокситерапії впливати на великий патологічний симптомокомплекс, особливо при дихальній недостатності, пояснюється тим, що CO_2 бере участь в багатьох метаболічних і рефлекторних процесах системної саморегуляції, так як CO_2 виступає в якості біохімічного пейсмейкера, сигнальною молекулою, що запускає каскад механізмів дихальної, нервової, серцево-судинної, кровотворної та гуморальної систем для підтримки гомеостазу, а за рахунок антиоксидантної дії CO_2 підвищує опір організму до несприятливих факторів та проявляє протизапальну дію.

Крім того, карбокситерапія покращує оксигенацію та трофіку тканин, а це сприяє стимуляції процесів неоваскуляризації, обміну речовин, прискоренню репаративних процесів [6].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Наведена інформація характеризує карбокситерапію як поліетіотропний метод застосування CO_2 off label use drugs (ліки поза інструкції), доповнення схем лікування різних захворювань, у тому числі пульмонологічних і кардіологічних, тобто – як альтернативу при комбінованій фармакотерапії в сучасній медицині [2, 3].

Основні переваги карбокситерапії [6]:

- фізіологічний метод лікування, який підвищує і відновлює енергетичний потенціал активності організму на клітинному рівні;
- сучасні технології роблять цей метод абсолютно безпечним;
- позитивно впливає на патогенетичні ланки організму;
- стимулює імунну систему, функції серця, легень, рекомендується як загальнозміцнюючий метод;
- може застосовуватися в якості монотерапії та в комплексному лікуванні.

Все перераховане вище дає можливість припустити, що CO₂ може бути ефективним проти коронавірусу та його мутантів, що викликають гіпоксію, запалення та інші респіраторні ускладнення, які пов'язані з цією інфекцією, і особливо – проти небезпечного для життя цитокінового шторму [12, 14, 15].

Враховуючи патогенез і симптоми COVID-19, а також фармакодинаміку CO₂, карбокситерапія може застосовуватись не тільки з метою терапії, а також як засіб профілактики ускладнень, що пов'язані з цією інфекцією. Окрім цього, CO₂, стимулюючи дихальну, серцево-судинну та нервову системи, усуває симптоми мультисимптомного і запального характеру, що потребують призначення інтенсивної терапії при COVID-19. Тому карбокситерапія може застосовуватись при бактеріальній пневмонії, сепсисі, цитокіновому запаленні. При перерахованих патологіях за рахунок відновлення оксигенації і посилення обмінних процесів на клітинному рівні відбувається активізація інтерферонів, які стимулюють гени, що модулюють біохімічні процеси. Останнє є важливим для стійкості клітин організму до ураження їх вірусами SARS-COV-2, особливо в інфікованих легенях при інфекції COVID-19. В «симбіозі» з інтерфероном проявляються такі ефекти CO₂: підвищення рівня тканинної оксигенації, захисних властивостей організму, антиоксидантна дія [16, 20].

Терапія CO₂ є безпечною, добре переноситься хворими, оскільки є фізіологічним газом організму. Багата фармакодинаміка та безпечність CO₂ вже більше ста років сприяють застосуванню карбокситерапії завдяки антигіпоксичним, спазмолітичним, протизапальним, антиоксидантним, антибактеріальним, протівірусним, аналгезуючим, антиішемічним і гіперкапнічним властивостям. Компенсаторна гіперкапнія (підвищення рівня CO₂ в тканині) відіграє позитивну роль у функції легень: покращується дихальна функція при захворюваннях легень, у т. ч. при COVID-19, знижується ступінь пошкоджень легень, викликаних сепсисом [9, 18], покращуються показники імунітету, посилюється вивільнення кисню із оксигемоглобіну і підвищується постачання його до органів і тканин [6]. Всі перераховані ефекти CO₂ при контрольованій гіперкапнії забезпечують антиоксидантну і протизапальну дію, що доведено на моделях респіраторного дистрес-синдрому, ішемічного пошкодження тканин і сепсисі [10].

Отже, гіперкапнічна терапія (підвищення рівня CO₂ в тканинах) позитивно впливає на функції дихальної, серцево-судинної, нервової систем, що сприяє покращенню показників імунітету. Всі перераховані властивості фармакодинаміки CO₂ (карбокситерапії) особливо необхідні при лікуванні ураження легень вірусом SARS-COV-2.

Окрім цього, результати досліджень свідчать про те, що гіперкапнічний ацидоз захищає легені при бактеріальній пневмонії, так як при терапевтичній гіперкапнії підвищуються антиоксидантні, протимікробні і протизапальні властивості організму [10]. Аналогічні дані про вищевказані властивості CO₂ отримані при інших ураженнях легень: ішемічно-реперфузійному ураженні легень, гострому респіраторному дистрес-синдромі, сепсисі та набряку легень. Під час проведення інгаляційної карбокситерапії (при вдиханні CO₂) за рахунок гіперкапнічного ацидозу покращуються процеси вентиляції, перфузії і газообміну в тканинах легень, що зменшує вміст альвеолярної рідини при набряку легень, а також знижується оксидативний стрес [10].

ВИСНОВКИ

Карбокситерапія, завдяки механізму дії CO₂ (як біохімічний пейсмейкер і сигнальна молекула організму), його фармакодинаміці і ефектам (антигіпоксичний, протівірусний, протимікробний, протизапальний, знеболюючий, прискорюючий репаративні процеси, імуностимулюючий, аналгетичний, антиішемічний), може сприяти стабілізації функції легень і загально-

го стану хворих на SARS-COV-2, що може призвести до зменшення важкості протікання хвороби і летальності інфікованих хворих та скорочення глобальної кількості інфікованих при пандемії COVID-19.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ТА ДЖЕРЕЛ

1. Дроговоз С. М., Бунятян Н. Д., Штробля А. Л. и др. Карбокситерапия – одно из инновационных направлений в курортологии. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2018. Т. 95, № 5. С. 72–76.
2. Дроговоз С. М., Дроговоз В. В. Применение лекарств вне инструкции: Справочник. Х.: Титул, 2021. 264 с.
3. Дроговоз С. М., Зупанец И. А., Сироштан Г. Н. и др. Карбокситерапия – стиль offlabeluse (лекарственные средства вне инструкции). *Лікарська справа*. 2017. № 5–6. С. 112–116.
4. Дроговоз С. М., Штрыголь С. Ю., Зупанец М. В. др. Уникальность фармакотерапевтических возможностей углекислого газа (карбокситерапии). *Рациональная фармакотерапия*. 2016. № 1. С. 37–39.
5. Дроговоз С. М., Штрыголь С. Ю., Зупанец М. В. и др. Карбокситерапия – альтернатива традиционной фармакотерапии. *Клиническая фармакология*. 2016. Т. 20, № 1. С. 12–17.
6. Карбокситерапия: механизмы, эффекты, применение: Справочник / Под ред. проф. С. М. Дроговоз. Х.: Титул, 2019. 192 с.
7. Brandi C., Grimaldi L., Nisi G. et al. The role of carbon dioxide therapy in the treatment of chronic wounds. *In Vivo*. 2010. No. 24: 223–226.
8. Chin A.W. H., Chu J. T. S., Perera M. R. A. et al. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *Lancet Microbe*. 2020. No. 1. P. e10. [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(20\)30003-3](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)30003-3)
9. Debs-Louka E., Louka N., Abraham G. et al. Effect of compressed carbon dioxide on microbial cell viability. *Appl Environ Microbiol*. 1999. No. 65. P. 626–631. <https://doi.org/10.1128/AEM.65.2.626-631.1999>
10. Drogovoz S. M., Shtroblya A. L., Shchokina K. H. et al. Biochemical and pathogenetic mechanisms in offlabel carboxytherapy in respiratory failure. *Pharmacology Onlian*. 2021. Vol. 3. P. 1493–1501.
11. El-Betany A., Behiry E., Gumbleton M., Harding K. Humidified warmed CO₂ treatment therapy strategies can save lives with mitigation and suppression of SARS-CoV-2 infection: an evidence review. OSF Preprints. 2020. <https://doi.org/10.31219/osf.io/7tj2g>
12. Fages Jacques Patrick Frayssinet and Gilbert Bonel “Uses for a current of supercritical carbon dioxide as an antiviral agent.” U.S. Patent No. 5,723,012. 3 Mar. 1998. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
13. Fredenburgh L. E., Kraft B. D., Hess D. R. et al. Effects of inhaled CO administration on acute lung injury in baboons with pneumococcal pneumonia. *Am. J. Physiol. Lung. Cell. Mol. Physiol*. 2015. No. 309. P. L834–846. <https://doi.org/10.1152/ajplung.00240.2015>
14. Garrido Sanchis A., Pashley R., Ninham B. Virus and bacteria inactivation by CO₂ bubbles in solution. *NPJ Clean Water*. 2019. No. 2. P. 5. <https://doi.org/10.1038/s41545-018-0027-5>
15. Higgins B. D., Costello J., Contreras M. et al. Differential effects of buffered hypercapnia versus hypercapnic acidosis on shock and lung injury induced by systemic sepsis. *Anesthesiology*. 2009. No. 111. P. 1317–1326. <https://doi.org/10.1097/aln.0b013e3181ba3c11>
16. Kimura D., Totapally B. R., Raszynski A. et al. The effects of CO₂ on cytokine concentrations in endotoxin-stimulated human whole blood. *Crit Care Med*. 2008. No. 36. P. 2823–2827. <https://doi.org/10.1097/ccm.0b013e318186f556>
17. Matthay M. A., Aldrich J. M., Gotts J. E. Treatment for severe acute respiratory distress syndrome from COVID-19. *Lancet. Respir. Med*. 2020. No. 8. P. 433–434. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30127-2](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30127-2)
18. Persson M., Svenarud P., Flock J. I., Van Der Linden J. Carbon dioxide inhibits the growth rate of Staphylococcus aureus at body temperature. *SurgEndosc Other Interv Tech*. 2005. No. 19. P. 91–4. <https://doi.org/10.1007/s00464-003-9334-z>
19. Persson M., van der Linden J. The potential use of carbon dioxide as a carrier gas for drug delivery into open wounds. *Med. Hypotheses*. 2009. No. 72. P. 121–124. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2008.08.026>
20. Spilimbergo S., Bertuccio A. Non-thermal bacterial inactivation with dense CO₂. *Biotechnol. Bioeng*. 2003. No. 84. P. 627–638. <https://doi.org/10.1002/bit.10783>

21. Xie P., Ma W., Tang H., Liu D. Severe COVID-19: a review of recent progress with a look toward the future. *Front Public Health*. 2020. No. 8. P. 189. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00189>
22. Yu T., Cheng Y., Wang X. et al. Gases for establishing pneumoperitoneum during laparoscopic abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017. No. 6. P. CD009569. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd009569.pub3>

REFERENCES

- Drohovoz, S. M., Bunyatyan, N. D., Schtroblya, A. L., et al. (2018). Karboksiterapiya – odno iz innovatsionnykh napravleniy v kurortologii [Carboxytherapy is one of the innovative trends in balneology] *Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy*, 95(5), 72–76. [Russian].
- Drohovoz, S. M., & Drohovoz, V. V. (2021). Primeneniye lekarstv vne instruktsii: Spravochnik [Off label druge use: Directory]. Kh.: Titul. 264. [Russian].
- Drohovoz, S. M., Zupanets, M. V., Сирощтан Г. Н., et al. (2017). Karboksiterapiya – stil offlabeluse (lekarstvennyye sredstva vne instruktsii) [Carboxytherapy – offlabeluse style (drugs outside the label)]. *Likarska sprava*, (5–6), 112–116. [Russian].
- Drohovoz, S. M., Shtrygol, S. Y., Zupanets, M. V., et al. (2016). Unikalnost farmakoterapevticheskikh vozmozhnostey uglekislogo gaza (karboksiterapii) [The uniqueness of the pharmacotherapeutic possibilities of carbon dioxide (carboxytherapy)]. *Ratsionalnaya farmakoterapiya*, (1), 37–39. [Russian].
- Drohovoz, S. M., Shtrygol, S. Y., Zupanets, M. V., et al. (2016). Karboksiterapiya – alternativa traditsionnoy farmakoterapii [Carboxytherapy is an alternative of traditional pharmacotherapy]. *Clinical pharmacy*, 20, (1), 12–17. [Russian].
- Karboksiterapiya: mekhanizmy. efekty. primeneniye: Spravochnik [Carboxytherapy: mechanisms, effects, applications: A handbook]. (2019). Ed. Prof. S. M. Drohovoz. Kh.: Titul. 192. [Russian].
- Brandi, C., Grimaldi, L., Nisi, G., et al. (2010). The role of carbon dioxide therapy in the treatment of chronic wounds. *In Vivo*, 24: 223–226.
- Chin, A.W. H., Chu, J. T. S., Perera, M. R. A., et al. (2020). Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *Lancet Microbe*, 1:e10. [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(20\)30003-3](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)30003-3)
- Debs-Louka, E., Louka, N., Abraham, G., et al. (1999). Effect of compressed carbon dioxide on microbial cell viability. *Appl Environ Microbiol.*, 65:626–631. <https://doi.org/10.1128/AEM.65.2.626-631.1999>
- Drogovoz, S. M., Shtroblya, A. L., Shchokina, K. H., et al. (2021). Biochemical and pathogenetic mechanisms in offlabel carboxytherapy in respiratory failure. *Pharmacology Onlian*, Vol. 3, 1493–1501.
- El-Betany, A., Behiry, E., Gumbleton, M., & Harding, K. (2020). Humidified warmed CO₂ treatment therapy strategies can save lives with mitigation and suppression of SARS-CoV-2 infection: an evidence review. OSF Preprints [Preprint]. <https://doi.org/10.31219/osf.io/7tj2g>
- Fages Jacques Patrick Frayssinet and Gilbert Bonel “Uses for a current of supercritical carbon dioxide as an antiviral agent.” U.S. Patent No. 5,723,012. 3 Mar. 1998. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Fredenburgh, L. E., Kraft, B. D., Hess, D. R., et al. (2015). Effects of inhaled CO administration on acute lung injury in baboons with pneumococcal pneumonia. *Am. J. Physiol. Lung. Cell. Mol. Physiol.*, 309: L834–846. <https://doi.org/10.1152/ajplung.00240.2015>
- Garrido, Sanchis, A., Pashley, R., & Ninham, B. (2019). Virus and bacteria inactivation by CO₂ bubbles in solution. *NPJ Clean Water*, 2:5. <https://doi.org/10.1038/s41545-018-0027-5>
- Higgins, B. D., Costello, J., Contreras, M., et al. (2009). Differential effects of buffered hypercapnia versus hypercapnic acidosis on shock and lung injury induced by systemic sepsis. *Anesthesiology*, 111:1317–26. <https://doi.org/10.1097/aln.0b013e3181ba3c11>
- Kimura, D., Totapally, B. R., Raszynski, A., et al. (2008). The effects of CO₂ on cytokine concentrations in endotoxin-stimulated human whole blood. *Crit Care Med*. 36:2823–2827. <https://doi.org/10.1097/ccm.0b013e318186f556>
- Matthay, M. A., Aldrich, J. M., & Gotts, J. E. (2020). Treatment for severe acute respiratory distress syndrome from COVID-19. *Lancet. Respir. Med.*, 8:433–434. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30127-2](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30127-2)
- Persson, M., Svenarud, P., Flock, J. I., & Van Der Linden, J. (2005). Carbon dioxide inhibits the growth rate of *Staphylococcus aureus* at body temperature. *SurgEndosc Other Interv Tech.*, 19:91–4. <https://doi.org/10.1007/s00464-003-9334-z>
- Persson, M., & van der Linden, J. (2009). The potential use of carbon dioxide as a carrier gas for drug delivery into open wounds. *Med. Hypotheses*, 72:121–124. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2008.08.026>

- Spilimbergo, S., & Bertucco, A. (2003). Non-thermal bacterial inactivation with dense CO₂. *Biotechnol. Bioeng.*, 84:627–638. <https://doi.org/10.1002/bit.10783>
- Xie, P., Ma, W., Tang, H., & Liu, D. (2020). Severe COVID-19: a review of recent progress with a look toward the future. *Front Public Health*, 8:189. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00189>
- Yu, T., Cheng, Y., Wang, X., et al. (2017). Gases for establishing pneumoperitoneum during laparoscopic abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev.*, 6:CD009569. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd009569.pub3>

Отримано [Received] 01.03.2022

ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КАРБОКСИТЕРАПИИ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ПАТОГЕНЕЗ И СИМПТОМЫ COVID-19

С. М. Дроговоз, доктор медицинских наук, профессор,
[ORCID ID: 0000-0002-9997-2197](https://orcid.org/0000-0002-9997-2197), *Scopus*, *Publons*, *НБУВ ID: 1474527*,
Национальный фармацевтический университет, <https://nuph.edu.ua>,
Кафедра фармакологии и фармакотерапии, <https://pharmacolpharmacother.nuph.edu.ua>,
Харьков, Украина, farmacol@nuph.edu.ua

А. Л. Штробля, кандидат фармацевтических наук, доцент,
[ORCID ID: 0000-0002-9499-4880](https://orcid.org/0000-0002-9499-4880),
Ужгородский национальный университет, <https://www.uzhnu.edu.ua>,
Кафедра фармацевтических дисциплин, Ужгород, Украина

В. В. Штробля,
[ORCID ID: 0000-0003-3344-3580](https://orcid.org/0000-0003-3344-3580),
Ужгородский национальный университет, <https://www.uzhnu.edu.ua>, Ужгород, Украина

М. В. Штробля,
[ORCID ID: 0000-0003-0480-6207](https://orcid.org/0000-0003-0480-6207),
Ужгородский национальный университет, <https://www.uzhnu.edu.ua>, Ужгород, Украина

Е. Г. Щёкина, доктор фармацевтических наук, профессор,
[ORCID ID: 0000-0003-3297-5999](https://orcid.org/0000-0003-3297-5999),
Национальный фармацевтический университет, <https://nuph.edu.ua>,
Кафедра фармакологии и фармакотерапии, Харьков, Украина

Е. В. Калько, кандидат фармацевтических наук, доцент,
[ORCID ID: 0000-0002-8776-477X](https://orcid.org/0000-0002-8776-477X),
Национальный фармацевтический университет, <https://nuph.edu.ua>,
Кафедра фармакологии и фармакотерапии, Харьков, Украина

Л. В. Деримедведь, доктор медицинских наук, профессор,
[ORCID ID: 0000-0002-5064-6550](https://orcid.org/0000-0002-5064-6550), *НБУВ ID: 0001255*,
Национальный фармацевтический университет, <https://nuph.edu.ua>,
Кафедра фармакологии и фармакотерапии, Харьков, Украина

В. Н. Хоменко, доктор фармацевтических наук, профессор,
[ORCID ID: 0000-0002-1374-7635](https://orcid.org/0000-0002-1374-7635),
Донецкий национальный медицинский университет, <https://dnmu.edu.ua>, Краматорск, Украина

И. В. Киреев, доктор медицинских наук, профессор,
[ORCID ID 0000-0002-5413-9273](https://orcid.org/0000-0002-5413-9273),
Национальный фармацевтический университет, <https://nuph.edu.ua>,
Кафедра фармакологии и фармакотерапии, Харьков, Украина

В. Д. Лукьянчук, доктор медицинских наук, профессор,

[ORCID ID: 0000-0002-7734-4739](https://orcid.org/0000-0002-7734-4739),

Международный классический университет им. Пилипа Орлика, <https://mku.edu.ua>,

Кафедра фармации, <https://mku.edu.ua/sklad-kafedry-5>, Николаев, Украина

О. Ю. Гищак, заведующая инфекционным отделением,

Стебницкая городская больница, Стебник, Львовская область, Украина

Н. В. Грищенко, заведующая кабинетом карбокситерапии,

санаторий "Шахтёр", Трускавец, Львовская область, Украина

Аннотация. Коронавирусное заболевание (COVID-19) – инфекционная болезнь, вызванная вирусом SARS-CoV-2 и его мутантами. COVID-19 часто является причиной развития патологии дыхательной системы на фоне гипоксии. Одним из альтернативных методов устранения гипоксии является карбокситерапия, поскольку диоксид углерода (CO₂), благодаря своим физиологическим свойствам, оказывает антигипоксическое, антиоксидантное действие. Применение в лечении CO₂ может быть эффективным для устранения симптомов плевральной патологии, так как CO₂ обладает противовоспалительным, противовирусным и противомикробным действием.

Ключевые слова: COVID-19; лёгочная патология; гипоксия; CO₂; карбокситерапия; гиперкапния; противомикробное действие; противовирусное действие.

ТHERAPEUTIC POTENTIAL OF CARBOXYTHERAPY AND ITS IMPACT ON THE PATHOGENESIS AND SYMPTOMS OF COVID-19

S. M. Drohovor, Doctor of Medical Science, Professor,

[ORCID ID: 0000-0002-9997-2197](https://orcid.org/0000-0002-9997-2197), Scopus, Publons, [НБУВ ID: 1474527](https://nuph.edu.ua),

National University of Pharmacy, <https://nuph.edu.ua>,

Department of pharmacology and pharmacotherapy, <https://pharmacolpharmacother.nuph.edu.ua>,

Kharkiv, Ukraine, farmacol@nuph.edu.ua

A. L. Shtroblia, PhD in Pharmaceutical Science, Associate Professor,

[ORCID ID: 0000-0002-9499-4880](https://orcid.org/0000-0002-9499-4880),

Uzhhorod National University, <https://www.uzhnu.edu.ua>,

Department of pharmaceutical disciplines, Uzhhorod, Ukraine

V. V. Shtroblia,

[ORCID ID: 0000-0003-3344-3580](https://orcid.org/0000-0003-3344-3580),

Uzhhorod National University, <https://www.uzhnu.edu.ua>, Uzhhorod, Ukraine

M. V. Shtroblia,

[ORCID ID: 0000-0003-0480-6207](https://orcid.org/0000-0003-0480-6207),

Uzhhorod National University, <https://www.uzhnu.edu.ua>, Uzhhorod, Ukraine

K. H. Shchokina, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor,

[ORCID ID: 0000-0003-3297-5999](https://orcid.org/0000-0003-3297-5999),

National University of Pharmacy, Department of pharmacology and pharmacotherapy, Kharkiv, Ukraine

K. V. Kalko, PhD in Pharmaceutical Science, Associate Professor,

[ORCID ID: 0000-0002-8776-477X](https://orcid.org/0000-0002-8776-477X),

National University of Pharmacy, Department of pharmacology and pharmacotherapy, Kharkiv, Ukraine

L. V. Derymedvid, Doctor of Medical Science, Professor,
ORCID ID: 0000-0002-5064-6550, НБУВ ID: 0001255,
National University of Pharmacy, Department of pharmacology and pharmacotherapy, Kharkiv, Ukraine

V. M. Khomenko, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor,
ORCID ID: 0000-0002-1374-7635,
Donetsk National Medical University, <https://dnmu.edu.ua>, Kramatorsk, Ukraine

I. V. Kireiev, Doctor of Medical Science, Professor,
ORCID ID 0000-0002-5413-9273,
National University of Pharmacy, <https://nuph.edu.ua>,
Department of pharmacology and pharmacotherapy, Kharkiv, Ukraine

V. D. Lykianchuk, Doctor of Medical Science, Professor,
ORCID ID: 0000-0002-7734-4739,
Pylyp Orlyk International Classical University, <https://mku.edu.ua>,
Department of Pharmacy, <https://mku.edu.ua/sklad-kafedry-5>, Mykolaiv, Ukraine

O. Y. Hishchak, Head of infectious diseases Department,
Stebnyk city hospital, Stebnyk, Lviv Oblast, Ukraine

N. V. Hryshchenko, Head of the Cabinet of Carboxytherapy,
Sanatorium "Shahtar", Truskavets, Lviv Oblast, Ukraine

Abstract. Corona virus disease (COVID-19) is an infectious disease caused by the SARS-CoV-2 virus and its mutants. COVID-19 is often the cause of the development of pathologies on the part of the respiratory system against the background of hypoxia. One of the alternative methods of eliminating hypoxia is carboxytherapy, since carbon dioxide (CO₂) has an anti-hypoxic, antioxidant effect due to its physiological properties. The use of CO₂ in the treatment can be effective in eliminating the symptoms of pleuropulmonary pathology, as CO₂ has anti-inflammatory, antiviral and antimicrobial effects.

Keywords: COVID-19; pulmonary pathology; hypoxia; CO₂; carboxytherapy; hypercapnia; antimicrobial effect; antiviral effect.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.
The authors declare no conflict of interest.

Citation (APA):

Drohovoz, S. M., et al. (2022). Therapeutic potential of carboxytherapy and its impact on the pathogenesis and symptoms of COVID-19. *Likars'ka sprava*, (1-2), 5-13. [Ukrainian]. [https://doi.org/10.31640/2706-8803-2022-\(1-2\)-01](https://doi.org/10.31640/2706-8803-2022-(1-2)-01)

Цитування (ДСТУ):

Дроговоз С. М. та ін. Терапевтичний потенціал карбокситерапії та її вплив на патогенез та симптоми COVID-19. *Лікарська справа*. 2022. (1-2), 5-13. [https://doi.org/10.31640/2706-8803-2022-\(1-2\)-01](https://doi.org/10.31640/2706-8803-2022-(1-2)-01)