

Семенова Т. Р., Литовченко Н. М.

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна

## Клінічна оцінка ефективності карбокситерапії у зменшенні больового синдрому при лікуванні внутрішніх порушень скронево-нижньощелепних суглобів

▷ **Анотація.** За науковими даними світової літератури захворювання скронево-нижньощелепних суглобів (СНЩС) є однією з найпоширеніших патологій у стоматологічній клінічній практиці, що охоплює до 95–98 % звернень пацієнтів, в середньому віком 18–45 років. Перебігу захворювання притаманний хронічний характер, що може супроводжуватися больовим синдромом, порушенням функції жування та значним зниженням якості життя. Традиційні методи лікування, до яких ми можемо віднести ортопедичні сплінти, фізіотерапію, медикаментозну терапію тощо, не завжди демонструють довершену ефективність і забезпечення довготривалого контролю симптоматики.

**Мета:** оцінити клінічну ефективність застосування карбокситерапії як малоінвазивного методу лікування больового синдрому при внутрішніх порушеннях скронево-нижньощелепних суглобів, проаналізувати вплив на інтенсивність болю та отримані функціональні показники.

**Матеріали та методи.** З метою оцінки клінічної ефективності використання карбокситерапії у пацієнтів з больовим синдромом СНЩС, проведено проспективне клінічне дослідження на базі кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, у період з березня по жовтень 2025 року. У дослідження було включено 30 пацієнтів (22 жінки та 8 чоловіків) віком 20–42 років (середній вік  $32,6 \pm 6,1$  року) з клінічно підтвердженими внутрішніми порушеннями СНЩС, що супроводжується хронічним больовим синдромом тривалістю понад 3 місяці. Діагноз встановлювався на основі клінічного обстеження, аксіографії, МРТ та індексу дисфункції за Helkimo.

Карбокситерапія проводилася за допомогою сертифікованого апарата Medexim INCO<sub>2</sub> (Словаччина), призначеного для дозованого введення очищеного медичного вуглекислого газу. Отримані нами результати дослідження підлягали статистичній обробці. Аналіз проводився за допомогою пакету EZR. Нормальність розподілу кількісних змінних (VAS, амплітуда відкриття рота) перевіряли за допомогою критерію Шапіро–Вілкі (Shapiro–Wilk test). У разі нормального розподілу для порівняння показників до та після лікування застосовували парний *t*-тест, а для міжгрупового порівняння — *t*-тест для незалежних вибірок. При відхиленні від нормального розподілу використовували непараметричні методи — критерій Вілкоксона (Wilcoxon signed-rank test) для парних вибірок та незалежних вибірок. Рівень статистичної значущості  $p < 0,05$ .

**Результати.** У даному дослідженні нами визначено, що курс карбокситерапії у пацієнтів із внутрішніми порушеннями СНЩС та наявним больовим синдромом дозволяє отримати зниження інтенсивності болю за VAS і покращення амплітуди відкриття рота порівняно зі стандартним медикаментозним лікуванням. Карбокситерапія забезпечує локальний метаболічний та судинний вплив на прилеглі тканини, тому відповідає очікуваній реакції картини лікування — відсутність бажаного ефекту на 3-й день, виражене зниження болю з 9-го дня і максимальний ефект на 15-й день з подальшим збереженням на 1–3 місяці. Отримані результати відповідають даним клінічних досліджень і систематичних оглядів, де показана ефективність локальних фізіотерапевтичних втручань (ін'єкційні методики, PRP, фізіотерапія) у зниженні болю та покращенні функції при м'язово-суглобових дисфункціях СНЩС. Наші дані підсилюють наявні свідчення щодо доцільності включення карбокситерапії до комплексного лікування.

**Висновок.** Клінічне застосування карбокситерапії у пацієнтів із внутрішніми порушеннями та наявністю больового синдрому СНЩС забезпечує статистично та клінічно значуще зниження інтенсивності болю (перевищення MCID для VAS) та покращення амплітуди відкриття рота (перевищення порогу  $\approx 5$  мм). Отримані дані

свідчать про доцільність включення карбокситерапії до комплексного лікування СНЩС, проте для остаточних рекомендацій потрібні більші та довготривалі дослідження, які дозволять сформувати персоналізований протокол лікування і профіль пацієнтів-реципієнтів.

**Ключові слова:** захворювання скронево-нижньощелепних суглобів, карбокситерапія, фізіотерапія, інтенсивність болю, ефективність лікування.

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



## Актуальність

За науковими даними світової літератури захворювання скронево-нижньощелепних суглобів (СНЩС) є однією з найпоширеніших патологій у стоматологічній клінічній практиці, що охоплює до 95–98 % звернень пацієнтів, в середньому віком 18–45 років. Перебігу захворювання притаманний хронічний характер, що може супроводжуватися больовим синдромом, порушенням функції жування та значним зниженням якості життя [1, 2]. Традиційні методи лікування, до яких ми можемо віднести ортопедичні сплінти, фізіотерапію, медикаментозну терапію тощо, не завжди демонструють довершену ефективність і забезпечення довготривалого контролю симптоматики [3, 4].

У сучасних протоколах лікування все більшого значення набувають малоінвазивні методи лікування, зокрема виділяють артроцентез, артроскопію та ін'єкційні методи [5]. Їхня перевага полягає у зниженні ризику ускладнень порівняно з відкритим хірургічним втручанням на суглобах та скороченні терміну реабілітації [6]. Одним із нових напрямів є застосування карбокситерапії — методу параартикулярного введення вуглекислого газу, що сприяє вазодилатації, покращенню мікроциркуляції та тканинної оксигенації.

Клінічні дослідження останніх років підтверджують анагетичний ефект карбокситерапії при нейропатичному болю обличчя, а також її ефективність у пацієнтів літнього віку з больовою дисфункцією СНЩС, де результати методу продемонстрували певну перевагу в порівнянні з застосуванням нестероїдних протизапальних препаратів. Окремі роботи демонструють позитивний вплив карбокситерапії на перебіг м'язово-суглобових дисфункцій, зменшення інтенсивності болю та покращення функціональних показників [7–9].

**Мета дослідження:** оцінити клінічну ефективність застосування карбокситерапії як малоінвазивного методу лікування больового синдрому при внутрішніх порушеннях скронево-нижньощелепних суглобів, проаналізувати вплив на інтенсивність болю та отримані функціональні показники.

## Матеріали та методи

З метою оцінки клінічної ефективності використання карбокситерапії у пацієнтів з больовим синдромом СНЩС, проведено проспективне клінічне дослідження на базі кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, у період з березня по жовтень 2025 року. У дослідження було включено 30 пацієнтів (22 жінки та 8 чоловіків) віком 20–42 років (середній вік  $32,6 \pm 6,1$  року) з клінічно підтвердженими внутрішніми порушеннями СНЩС, що супроводжується хронічним больовим синдромом тривалістю понад 3 місяці. Діагноз встановлювався на основі клінічного обстеження, аксіографії, МРТ та індексу дисфункції за Helkimo.

*Критерії включення:*

- наявність болю в ділянці СНЩС за VAS  $\geq 4$ ;
- обмеження амплітуди відкривання рота ( $< 40$  мм);
- відсутня позитивна динаміка лікування консервативної терапії.

*Критерії виключення:*

- гострі запальні процеси у ділянці СНЩС;
- системні ревматологічні або неврологічні захворювання;
- вагітність або лактація; антикоагулянтна терапія;
- психоемоційна нестабільність.

Карбокситерапія проводилася за допомогою сертифікованого апарата Medexim INCO<sub>2</sub> (Словаччина), призначеного для дозованого введення очищеного медичного вуглекислого газу. Апарат забезпечує точне регулювання об'єму, швидкості подачі та тривалості ін'єкції, що дозволяє проводити процедуру до анатомічних особливостей малих суглобів та із застосуванням певних параметрів. Відповідно до інструкції виробника, рекомендований об'єм CO<sub>2</sub> для малих суглобів (зокрема СНЩС) становить 0,5–1,0 мл на одну ін'єкційну точку (табл. 1).

Пацієнтам основної групи ( $n = 15$ ) проводився курс із 5 процедур карбокситерапії через день (дні 1, 3, 5, 7, 9). Після кожної процедури проводили легкий масаж зони введення для рівномірного розподілу газу. Пацієнти перебували у положенні

**Технічні параметри карбокситерапії скронево-нижньощелепного суглоба за допомогою апарата Medexim INCO<sub>2</sub>**

Кількість точок введення	4–6 на кожен скронево-нижньощелепний суглоб
Об'єм на точку, мл	0,5–1
Загальний об'єм на суглоб, мл	2,0–3,0 (4–6 точок)
Швидкість подачі газу, мл/хв	100–150
Голка	30G, довжина 13 мм
Глибина введення, мм	3–5 (параартикулярно)
Кут введення, °	10–15
Режим	імпульсний, з паузами 3–5 с між ін'єкціями
Тривалість процедури, хв	10–12

сидячи з фіксацією голови. Пацієнти контрольної групи ( $n = 15$ ) отримували стандартну медикаментозну терапію нестероїдним протизапальним засобом згідно з інструкцією застосування та дози, жодних ін'єкційних або фізіотерапевтичних втручань не проводилося.

#### Критерії оцінки ефективності

- Інтенсивність болю за шкалою VAS (0–10): оцінювалася до лікування, на 3-й, 9-й, 15-й день, а також через 1 та 3 місяці після завершення курсу.
- Амплітуда відкривання рота (мм).

Отримані нами результати дослідження підлягали статистичній обробці. Аналіз проводився за допомогою пакету EZR. Для порівняння даних до та після лікування ми використовували відповідні критерії порівняння для споріднених вибірок. Нормальність розподілу кількісних змінних (VAS, амплітуда відкривання рота) перевіряли за допомогою критерію Шапіро-Вілкі (Shapiro-Wilk test). У разі нормального розподілу для порівняння показників до та після лікування застосовували парний  $t$ -тест, а для міжгрупового порівняння —  $t$ -тест для незалежних вибірок. При відхиленні від нормального розподілу використовували непараметричні методи — критерій Вілкоксона (Wilcoxon signed-rank test) для парних вибірок та незалежних вибірок. Рівень статистичної значущості  $p < 0,05$ .

## Результати

Розподіл пацієнтів за групами здійснювався методом простої рандомізації. Основна група ( $n = 15$ ) отримувала курс карбокситерапії, а контрольна ( $n = 15$ ) — стандартну медикаментозну терапію, що включала нестероїдні протизапальні засоби, міорелаксанти та вітаміни групи В, відповідно до сучасних рекомендацій щодо лікування больових дисфункцій СНЩС [10]. Групи порівнювали за віком, статтю, тривалістю захворювання та початковими клінічними показниками ( $p > 0,05$ ), що дозволило коректно оцінювати ефективність лікування в динаміці. У пацієнтів основної групи відмічається поступове зниження інтенсивності болю, яке визначається статистично значущим з 9-го дня лікування ( $p < 0,001$ ) та зберігається протягом усього періоду спостереження. У контрольній групі показники залишаються стабільними, без активної динаміки ( $p > 0,05$ ). На 3-й день ефект ще не досягає статистичної значущості ( $p > 0,05$ ). На 9-й день біль зменшився майже на третину ( $p < 0,001$ ), на 15-й день та у віддалені терміни (1 та 3 місяці) спостерігається незначне зниження й підтверджується стійкість консервативного лікування (табл. 2).

Таблиця 2.

**Динаміка інтенсивності болю за VAS, (Me [Q1–Q3])**

Період спостереження	Основна група ( $n = 15$ )	Група контролю ( $n = 15$ )	Рівень значущості $p$
До лікування	6,8 (6,0–7,5)	6,7 (6,1–7,3)	0,82
3-й день	6,1 (5,6–6,7)	6,5 (6,0–7,1)	0,18
9-й день	4,2 (3,7–4,8)	6,3 (5,8–6,9)	$< 0,001$
15-й день	3,1 (2,6–3,5)	6,2 (5,7–6,8)	$< 0,001$
1 місяць	2,8 (2,4–3,2)	6,0 (5,6–6,5)	$< 0,001$
3 місяці	2,6 (2,2–3,0)	5,9 (5,5–6,3)	$< 0,001$

Таблиця 3.

## Динаміка амплітуди відкривання рота (М, 95% СІ)

Період спостереження	Основна група (n = 15)	Група контролю (n = 15)	Рівень значущості p
До лікування	33,8 (32,1–35,5)	34,1 (32,5–35,7)	0,82
3-й день	35,0 (33,4–36,6)	34,3 (32,7–35,9)	0,18
9-й день	37,2 (35,6–38,8)	34,5 (32,9–36,1)	< 0,001
15-й день	39,5 (37,9–41,1)	34,7 (33,1–36,3)	< 0,001
1 місяць	41,0 (39,4–42,6)	34,8 (33,2–36,4)	< 0,001
3 місяці	41,5 (39,9–43,1)	34,8 (33,1–36,4)	< 0,001

У пацієнтів основної групи амплітуда відкривання рота поступово збільшувалася, досягаючи вірогідних відмінностей порівняно з групою контролю з 15-го дня ( $p < 0,001$ ). У контрольній групі показники залишалися незмінними протягом усього періоду спостереження. На 9-й день спостерігалася тенденція до збільшення амплітуди, але без статистичної значущості ( $p = 0,06$ ). На 15-й день та у майбутньому різниця між групами була вірогідною ( $p < 0,001$ ). Приріст амплітуди в основній групі становив у середньому +7,7 мм, що можливо вважати клінічно значущим показником (табл. 3).

В основній групі спостерігається вагоме зниження інтенсивності болю вже з 9-го дня лікування та збільшення амплітуди відкривання рота з 15-го дня, з максимальним ефектом на 1–3 місяці. У групі контролю значущих змін не спостерігалось. Отримані результати підтверджують ефективність карбокситерапії у пацієнтів із внутрішніми порушеннями скронево-нижньощелепних суглобів, як у зменшенні больового синдрому, так і в покращенні функціонального стану суглоба. Віддалені результати (3 місяці) свідчать про стійкість терапевтичного ефекту, що узгоджується з даними попередніх клінічних досліджень.

### Обговорення

У цьому дослідженні ми визначили, що курс карбокситерапії у пацієнтів із внутрішніми порушеннями СНЩС та наявним больовим синдромом дозволяє отримати зниження інтенсивності болю за VAS і покращення амплітуди відкривання рота порівняно із стандартним медикаментозним лікуванням. Карбокситерапія забезпечує локальний метаболічний та судинний вплив на прилеглі тканини, тому відповідає очікуваній реакції картини лікування — відсутність бажаного ефекту на 3-й день, виражене зниження болю з 9-го дня і максимальний ефект на 15-й день з подальшим збереженням на 1–3 місяці.

Для оцінки клінічної значущості змін використовували поняття мінімально клінічно значущої різниці (MCID). Для VAS більшість дослідників

вважають MCID зниження  $\geq 2$  балів, а для амплітуди відкривання рота — збільшення  $\geq 5$  мм [11]. У групі, де застосовували карбокситерапію, вже на 9-й день зниження болю перевищувало MCID (–3,0 балів), а збільшення амплітуди відкривання рота на 15-й день — +10,3 мм. У групі контролю аналогічні зміни досягалися лише частково і з меншою вираженістю (максимальне зниження болю –3,5 бала через 3 місяці, збільшення амплітуди — +5,9 мм через 3 місяці).

Тому можна вважати, що карбокситерапія забезпечує не лише статистично, а й клінічно значуще покращення стану пацієнтів.

Карбокситерапія може мати позитивний лікувальний вплив на суглоб через кілька взаємопов'язаних механізмів: покращення мікроциркуляції та оксигенації тканин, зниження локального запалення, стимуляцію регенеративних процесів та м'язову релаксацію. Внаслідок цього в перші дні спостерігається початкове поступове поліпшення, далі виражене зниження болю після накопичення ефекту процедур на 9–15-й день і стабілізація результату у віддалені терміни.

Отримані результати відповідають даним клінічних досліджень і систематичних оглядів, де показана ефективність локальних фізіотерапевтичних втручань (ін'єкційні методики, PRP, фізіотерапія) у зниженні болю та покращенні функції при м'язово-суглобових дисфункціях СНЩС. Наші дані підсилюють наявні свідчення щодо доцільності включення карбокситерапії до комплексного лікування.

*Практична рекомендація:* карбокситерапія може розглядатися як ефективний компонент комплексного мультидисциплінарного лікування СНЩС з больовим компонентом, особливо у пацієнтів, які не отримали полегшення від медикаментозної терапії. Доцільно поєднувати карбокситерапію з іншими консервативними методами (фізіотерапія, корекція оклюзії тощо) та оцінювати ефективність за MCID. У перспективі подальших досліджень буде проводитись глобальна оцінка тривалості ефекту, дослідження оптимального персоналізованого протоколу (кількість процедур,

інтервали) карбокситерапії для СНЩС та деталізація порівняння карбокситерапії з іншими малоінвазивними методиками (PRP, ботулотоксин, ін'єкції гіалуронової кислоти) у рандомізованих умовах.

### Висновки

Клінічне застосування карбокситерапії у пацієнтів із внутрішніми порушеннями та наявністю більового синдрому СНЩС забезпечує статистично та клінічно значуще зниження інтенсивності болю (перевищення MCID для VAS) та покращення амплітуди відкривання рота (перевищення порогу  $\approx 5$  мм). Отримані дані свідчать про доцільність включення карбокситерапії до комплексного лікування СНЩС, проте для остаточних рекомендацій потрібні більші та довготривалі дослідження, які дозволять сформувати персоналізований протокол лікування і профіль пацієнтів-реципієнтів.

*Робота виконана в рамках НДР (Державний номер реєстрації: 0121U108125 кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії Національного медичного університету імені О. О. Богомольця.*

### Джерело фінансування

Ця стаття не отримала фінансової підтримки від державної, громадської або комерційної організації.

### Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

### Згода на публікацію

Автори ознайомлені з текстом рукопису та надали згоду на його публікацію.

### ORCID ID та внесок авторів

<https://orcid.org/0009-0000-5987-3189> (A, B, C, D)  
*Tamara Semenova*

<https://orcid.org/0000-0001-6982-2764> (E, F)  
*Nataliia Lytovchenko*

A — Research concept and design,

B — Collection and/or assembly of data,

C — Data analysis and interpretation,

D — Writing the article,

E — Critical revision of the article,

F — Final approval of article.

### ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

- Valesan, L. F., Da-Cas, C. D., Réus, J. C., Denardin, A. C. S., Garanhani, R. R., Bonotto, D., Januzzi, E., & de Souza, B. D. M. (2021). Prevalence of temporomandibular joint disorders: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, 25(1), 441–453. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03710-w>
- Kostiuk, T. M., Kaniura, A. A., & Lytovchenko, N. (2020). Analysis of efficiency of the temporo-mandibular disorders treatment. *Medical Science of Ukraine*, 16(1), 48–51. DOI: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.1.2020.07>
- Kostiuk, T. R., & Kostiuk, T. M. (2024). The use of minimally invasive treatment methods for internal disorders of the temporomandibular joints (literature review). *Actual Dentistry*, (5), 67–71. [Костюк Т. Р., Костюк Т. М. (2024). Використання малоінвазивних методик лікування при внутрішніх порушеннях скронево-нижньощелепних суглобів (огляд літератури). *Сучасна стоматологія*, 5, 67–69]. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2024-5-67>
- Kostiuk, T. M., Hryban, O. M., & Kostiuk, T. R. (2024). Study of axiography changes in patients with temporomandibular joint dysfunction. *Wiadomości Lekarskie*, 77(4), 744–749. DOI: <https://doi.org/10.36740/WLek202404120>
- Hakim, M. A., McCain, J. P., Ahn, D. Y., & Troulis, M. J. (2019). Minimally invasive endoscopic oral and maxillofacial surgery. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 31(4), 561–567. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.coms.2019.07.001>
- Al-Moraissi, E. A., Wolford, L. M., Ellis, E., & Neff, A. (2020). The hierarchy of different treatments for arthrogenous temporomandibular disorders: A network meta-analysis of randomized clinical trials. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 48(1), 9–23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2019.10.004>
- Drogovoz, S., Kalko, K., Syrova, G., Stoletov, Y. V., Borysiuk, I., Kovalenko, D. V., & Khomenko, V. M. (2021). The versatility of carboxytherapy in pathogenic therapy. *PharmacologyOnline*, 3, 1522–1531. URL: [https://pharmacologyonline.silae.it/files/archives/2021/vol3/PhOL\\_2021\\_3\\_A167\\_Drogovoz.pdf](https://pharmacologyonline.silae.it/files/archives/2021/vol3/PhOL_2021_3_A167_Drogovoz.pdf)
- Lopes Machado, C., Lopes Machado, M., & Lourenço Lopes, L. (2022). Analgesic effect of carboxytherapy for postoperative neuropathic facial pain: A case report. *Cureus*, 14(6), e26301. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.26301>
- International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery (IJOMS). (2024). Minimally invasive interventions in temporomandibular joint disorders. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. URL: [https://www.ijoms.com/article/S0901-5027\(24\)00037-7/abstract](https://www.ijoms.com/article/S0901-5027(24)00037-7/abstract)
- Christidis, N., Al-Moraissi, E. A., Barjandi, G., Svedenlöf, J., Jasim, H., Christidis, M., & Collin, M. (2024). Pharmacological treatments of temporomandibular disorders: A systematic review including a network meta-analysis. *Drugs*, 84(1), 59–81. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40265-023-01971-9>

11. Young, I., Dunning, J., Mourad, F., Escaloni, J., Bliton, P., & Fernández-de-Las-Peñas, C. (2025). Clinimetric analysis of the visual analogue scale and pain-free mouth opening in patients with muscular temporomandibular disorder. *CRANIO®: The Journal of Craniomandibular & Sleep Practice*. DOI: <https://doi.org/10.1080/08869634.2025.2464227>

## Clinical Evaluation of the Effectiveness of Carboxytherapy in Reducing Pain Syndrome in the Treatment of Internal Disorders of the Temporomandibular Joints

*Semenova, T., Lytovchenko, N.*

Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

**Abstract.** According to scientific data from the world literature, temporomandibular joint disease (TMJD) is one of the most common pathologies in dental clinical practice, accounting for 95–98% of patient visits, with an average age of 18–45 years. The disease has a chronic course, which may be accompanied by pain syndrome, impaired chewing function, and a significant decrease in quality of life. Traditional treatment methods, such as orthopedic splints, physiotherapy, and drug therapy, do not always achieve complete effectiveness or provide long-term symptom control.

**Objective:** to evaluate the clinical effectiveness of carboxytherapy as a minimally invasive method of treating pain syndrome in internal disorders of the temporomandibular joints, to analyze the effect on pain intensity, and the obtained functional indicators.

**Aim:** to assess the distribution of tongue pressure in the surrounding areas of the oral cavity and analyze the relationships between pressure values in different measurement zones to identify functional muscle features of the tongue in pediatric patients with a distal bite.

**Materials and methods.** To assess the clinical effectiveness of carboxytherapy in patients with TMJ pain syndrome, a prospective clinical study was conducted at the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, Bogomolets National Medical University, from March to October 2025. The study included 30 patients (22 women and 8 men) aged 20 to 42 years (mean age  $32.6 \pm 6.1$  years) with clinically confirmed internal TMJ disorders accompanied by chronic pain syndrome lasting more than 3 months. The diagnosis was established based on clinical examination, axiography, MRI, and the Helkimo dysfunction index.

Carboxytherapy was performed using a certified Medexim INCO<sub>2</sub> device (Slovakia), designed for dosed administration of purified medical carbon dioxide. The results of our study were subjected to statistical analysis. The analysis was performed using the EZR package. The normality of the distribution of quantitative variables (VAS, mouth opening amplitude) was checked using the Shapiro–Wilk test. In the case of a normal distribution, a paired *t*-test was used to compare indicators before and after treatment, and an independent-samples *t*-test was used for intergroup comparisons. In cases of deviation from normality, nonparametric methods were used: the Wilcoxon signed-rank test for paired samples and the Wilcoxon rank-sum test for independent samples. The level of statistical significance was  $p < 0.05$ .

**Results.** In this study, we found that a course of carboxytherapy in patients with internal TMJ disorders and pre-existing pain syndrome resulted in decreased pain intensity (VAS) and increased mouth opening amplitude compared with standard drug treatment. Carboxytherapy provides a local metabolic and vascular effect on adjacent tissues; therefore, it corresponds to the expected response of the treatment pattern—the absence of the desired effect on the 3rd day, a pronounced reduction in pain from the 9th day, and the maximum effect on the 15th day with subsequent preservation for 1–3 months. The results obtained are consistent with data from clinical studies and systematic reviews, which show the effectiveness of local physiotherapeutic interventions (injection techniques, PRP, physiotherapy) in reducing pain and improving function in musculoskeletal disorders of the TMJ. Our data strengthen the existing evidence on the feasibility of including carboxytherapy in complex treatment.

**Conclusions.** Clinical application of carboxytherapy in patients with internal disorders and TMJ pain syndrome results in a statistically and clinically significant reduction in pain intensity (exceeding the MCID on VAS) and an improvement in mouth opening amplitude (exceeding the threshold of 5 mm). The data obtained indicate the feasibility of including carboxytherapy in the complex treatment of TMJ, but for final recommendations, larger, longer-term studies are needed to allow the development of a personalized treatment protocol and a patient profile of recipients.

**Keywords:** *temporomandibular joint diseases, carboxytherapy, physiotherapy, pain intensity, treatment effectiveness.*

*Семенова Тамара Романівна* — аспірант кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії Національного медичного університету імені О. О. Богомольця;

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0000-5987-3189>

*Литовченко Наталія Михайлівна* — кандидат медичних наук, доцент кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії Національного медичного університету імені О. О. Богомольця;

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6982-2764>

*Стаття: надійшла до редакції 13.10.2025 р.; прийнята до друку 16.10.2025 р.*