

О.В. ДІХТЯРУК¹, Ю.В. ДЄЄВА²

ЕФЕКТИВНІСТЬ ШИПУЧОГО НАЗАЛЬНОГО СПРЕЮ З СО₂ ДЛЯ ІРИГАЦІЙНО-ЕЛІМІНАЦІЙНОЇ ТЕРАПІЇ ПРИ ГОСТРОМУ БАКТЕРІАЛЬНОМУ РИНОСИНУСИТІ

¹*КНП «Свято-Михайлівська клінічна лікарня в м. Києві»;*

²*Національний медичний університет імені О.О. Богомольця
(ректор – чл.-кор. НАМН України, проф. Ю.Л. Кучин)*

Гострий риносинусит (ГРС) є одним із найпоширеніших захворювань верхніх дихальних шляхів. Гострий бактеріальний риносинусит (ГБРС), як один із видів ГРС, також залишається досить розповсюдженим і становить близько 0,5-2% від усіх випадків ГРС [1]. Актуальність проблеми ГРС обумовлена низкою чинників, серед яких найважливішими є економічний фактор та зниження якості життя пацієнтів. Ці чинники тісно пов'язані між собою, оскільки саме клінічна симптоматика спонукає пацієнта до дій: консультації лікаря або самолікування [2]. Ситуація ускладнюється проблемою поліпрагмазії, коли при типовому перебігу ГБРС необґрунтовано призначають надмірну кількість лікарських засобів. Проте такий підхід не завжди забезпечує прискорення одужання чи полегшення симптомів. Ба більше, для лікування ГБРС нині рекомендована так звана «відстрочена антибіотикотерапія». Зокрема, Американська академія отоларингології – хірургії голови та шиї при неускладненому перебігу захворювання пропонує спостереження протягом 5 діб навіть після встановлення діагнозу, і лише за негативної динаміки клінічних проявів рекомендує антибіотики. Як ад'ювантну терапію ця настанова раціоналізує використання сольових розчинів та топічних кортикостероїдів [3].

На сьогодні іригаційно-елімінаційна терапія сольовими розчинами визнана низкою міжнародних настанов, зокрема EPOS 2020, як високоефективний елемент лікування гострих і хронічних риносинуситів із

високим рівнем доказовості [4]. Базовий механізм дії цієї терапії полягає в механічному очищенні слизової оболонки порожнини носа від патологічного секрету й антигенів, що забезпечує відновлення функції мукоциліарного кліренсу. Водночас наявність додаткових речовин у складі розчину може забезпечувати терапевтичний ефект [5]. Зокрема, підвищення концентрації електролітів зміщує осмолярність розчину в бік гіпертонічності, що при застосуванні сприяє зменшенню набряку слизової оболонки та потенційному руйнуванню біоплівки. Схожий ефект спостерігається і при додаванні 0,4% діоксиду вуглецю [6]. Проте в цьому випадку ефективність розчину зростає внаслідок оптимізації кислотно-лужного балансу (рН) слизової оболонки порожнини носа та покращення реологічних властивостей слизу.

У нормі рН слизової оболонки порожнини носа є слабкокислим або нейтральним (близько 6,0-6,5) [7], що забезпечує оптимальну функцію війок миготливого епітелію та підтримання бар'єрних властивостей слизової оболонки. При запальних процесах рН зміщується переважно в лужний бік. За даними літератури, підвищення рН носового секрету при гострому бактеріальному риносинуситі створює сприятливі умови для формування бактеріальних біоплівок, що, своєю чергою, значно ускладнює перебіг захворювання [8]. Таке зрушення може призводити до пролонгації лікування пацієнтів та зниження ефективності антибактеріальної терапії, що є критично важливим як із

медичного, так і з соціально-економічного поглядів.

На сьогодні існує значна кількість публікацій, присвячених вибору оптимального складу водно-сольових розчинів для іригації порожнини носа. Вивчається доцільність застосування ксилітолу, ментолу, різних електролітів, гіалуронової кислоти та багатьох інших додаткових компонентів. Проте загальноприйнятих оптимальних комбінацій досі не визначено. Більшість робіт стосується виключно використання стандартного фізіологічного розчину, тоді як дані щодо супутніх речовин та їхнього можливого впливу на перебіг гострого риносинуситу залишаються обмеженими. Тому метою нашого дослідження стало вивчення впливу розчину «Спарклін» (0,9% розчин натрію хлориду з додаванням 0,4% діоксиду вуглецю) порівняно зі стандартним ізотонічним розчином натрію хлориду на динаміку клінічних симптомів і зміни рН порожнини носа у хворих на гострий бактеріальний риносинусит при їх застосуванні як допоміжної терапії до стандартного лікування.

Мета

Оцінити клінічну ефективність та вплив на показники рН порожнини носа назального розчину «Спарклін» (0,9% розчин натрію хлориду з додаванням 0,4% CO₂) порівняно зі стандартним ізотонічним сольовим розчином у складі комплексної терапії гострого бактеріального риносинуситу.

Матеріали та методи

Дизайн дослідження

Проведено проспективне контрольоване дослідження на базі КНП «Свято-Михайлівська клінічна лікарня м. Києва». До нього залучили 54 пацієнтів із гострим бактеріальним риносинуситом (ГБРС), яких розподілили на дві групи: контрольну (n=28) та основну (n=26).

Критерії включення у дослідження: дорослі пацієнти віком від 18 до 60 років із верифікованим діагнозом ГБРС (відповідно до критеріїв чинної національної клінічної настанови). Діагноз встановлювали на підставі комплексу клінічних ознак: наявності виділень із порожнини носа, закладеності носа, болю або відчуття тиску в ділянці об-

личчя, тривалості симптомів понад 7 діб або погіршення стану після початкового покращення.

Критерії виключення з дослідження: ознаки ускладненого перебігу риносинуситу, імунодефіцитні стани, вагітність, період лактації, а також системне застосування антибактеріальних препаратів протягом останніх 4 тижнів.

Усі залучені до дослідження пацієнти отримували стандартну базову терапію, яка включала: системний антибактеріальний препарат (амоксцилін/клавуланова кислота в дозі 875/125 мг двічі на добу протягом 10 діб), комплексний фітопрепарат тричі на добу протягом 14 діб та топічний деконгестант (ксилометазолін 2-3 рази на добу протягом 5 діб). Додатково до базового лікування пацієнти виконували іригацію порожнини носа двічі на добу протягом 14 діб відповідно до розподілу на групи: контрольна група застосовувала стандартний стерильний ізотонічний 0,9% розчин натрію хлориду; основна група застосовувала назальний розчин «Спарклін» (стерильний 0,9% ізотонічний розчин на основі морської води з додаванням 0,4% CO₂).

Методи оцінки результатів. Інтенсивність клінічних проявів оцінювали за 10-бальною візуально-аналоговою шкалою (ВАШ), де 0 балів відповідало повній відсутності симптому, а 10 балів – його максимальній вираженості. Аналізували чотири основні симптоми: головний біль, біль або дискомфорт у ділянці обличчя, закладеність носа та характер виділень із порожнини носа. Моніторинг показників здійснювали у чотирьох часових точках: T₀ – до початку терапії; T₁ – одразу після першої іригації; T₂ – через 7 діб лікування; T₃ – через 14 діб (після завершення курсу). Стан кислотно-лужного балансу слизової оболонки порожнини носа визначали за допомогою індикаторних тест-смужок для експрес-діагностики рН («Combur», «Roche Diagnostics»). Тест-смужку прикладали до слизової оболонки нижнього носового ходу на 2-3 секунди. Результат оцінювали візуально через 3 хвилини шляхом порівняння зміни забарвлення з еталонною кольоровою шкалою на упаковці. Метод дозволяє верифікувати рН із дискретними значеннями:

5,0; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 9,0. Вимірювання рН проводили в аналогічні часові точки.

Статистичний аналіз

Перевірку відповідності розподілу даних закону нормальності здійснювали за допомогою критерію Шапіро-Уїлка. Для порівняння груп за кількісними показниками використовували t-критерій Стьюдента (у разі нормального розподілу) або U-критерій Манна-Уїтні (при відхиленні від нормального розподілу). Динаміку показників усередині груп оцінювали за допомогою парного t-критерію або критерію Вілкоксона. Розподіл пацієнтів за статтю порівнювали за критерієм χ^2 Пірсона. Величина ефекту для кількісних результатів терапії розраховувалася за допомогою показника d Коена (Cohen's d). Кореляційний зв'язок між показниками рН та інтенсивністю симптомів оцінювали за коефіцієнтом кореляції Пірсона або Спірмена залежно від типу розподілу даних. Статистично значущими вважали відмінності при $p < 0,05$. Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою програмного забезпечення R.

Результати дослідження

Проаналізовано дані 54 пацієнтів: 28 осіб контрольної групи та 26 осіб основної групи (із застосуванням назального розчину «Спарклін»). Середній вік учасників контрольної групи становив $39,96 \pm 11,88$ року, основної групи – $39,50 \pm 11,05$ року ($p=0,883$), що підтверджує їхню однорідність за цим показником. Водночас між групами виявлено статистично значущу відмінність за гендерним розподілом. У контрольній групі переважали чоловіки (20 із 28 пацієнтів), тоді як серед осіб групи «Спарклін» більшість становили жінки (16 із 26 пацієнток; $\chi^2=4,67$; $p=0,031$). Зазначений дисбаланс визначено як обмеження цього дослідження, детальний аналіз якого наведено нижче.

Показники інтенсивності симптомів та рН слизової оболонки порожнини носа на вихідному рівні (T_0) статистично значуще не відрізнялися між групами за жодним із параметрів (для всіх порівнянь $p > 0,2$). Це підтверджує коректність розподілу пацієнтів за основними клінічними характеристиками. Детальні базові дані обох груп наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Вихідні клінічні та демографічні характеристики груп дослідження ($M \pm SD$)

Показник	Група контролю (n=28)	Група «Спарклін» (n=26)	p-значення
Вік, роки ($M \pm SD$)	$39,96 \pm 11,88$	$39,50 \pm 11,05$	0,883
Стать (Ж/Ч)	8/20	16/10	0,031*
Головний біль, ВАШ ($M \pm SD$)	$7,24 \pm 0,74$	$7,08 \pm 0,67$	0,467
Біль/дискомфорт в ділянці обличчя, ВАШ ($M \pm SD$)	$7,41 \pm 0,78$	$7,29 \pm 0,68$	0,446
Закладеність носа, ВАШ ($M \pm SD$)	$7,13 \pm 0,60$	$7,06 \pm 0,72$	0,603
Виділення з порожнини носа, ВАШ ($M \pm SD$)	$7,14 \pm 0,79$	$7,29 \pm 0,73$	0,464
рН слизової оболонки порожнини носа, базовий ($M \pm SD$)	$7,62 \pm 0,38$	$7,52 \pm 0,30$	0,215

Примітка: * - статистично значуща різниця ($p < 0,05$). Для безперервних змінних використано t-тест або U-критерій Манна-Уїтні, для розподілу за статтю – критерій χ^2 .

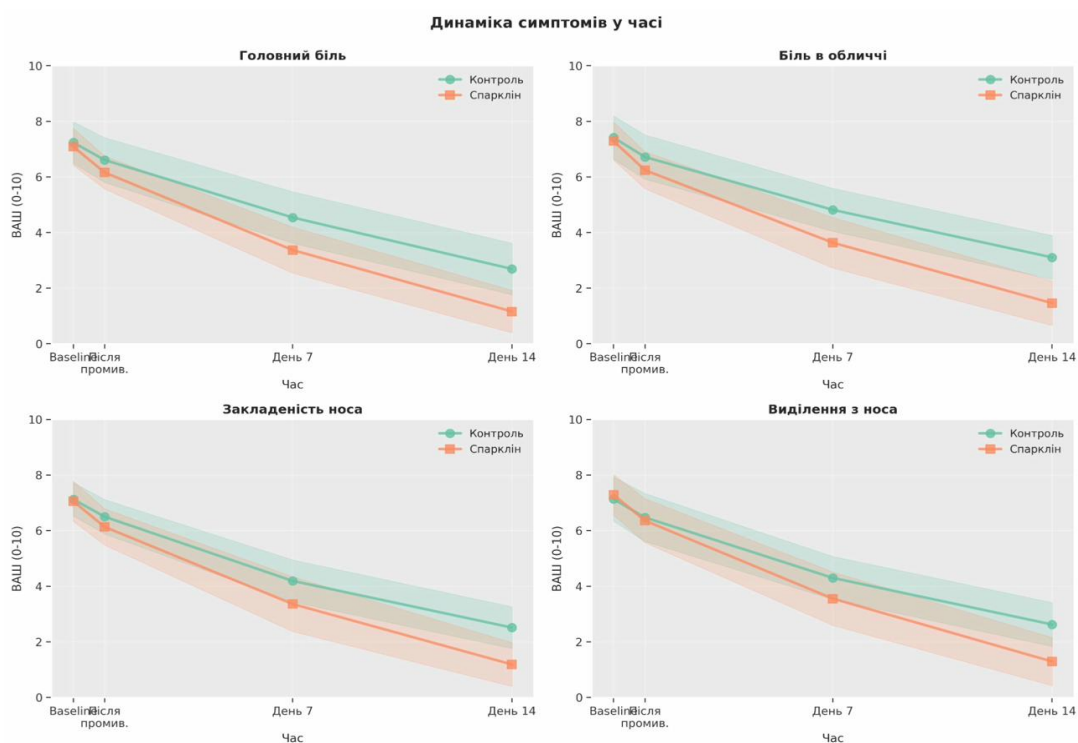
В обох групах зафіксовано статистично значуще зниження інтенсивності всіх чотирьох симптомів від вихідного рівня (T_0) до 14-ї доби (T_3); для всіх порівнянь $p <$

0,001. Проте величина позитивного ефекту в основній групі виявилася суттєво вищою порівняно з контрольною за всіма аналізованими параметрами. Зокрема, для головно-

го болу показник Cohen's d в групі «Спарклін» становив 8,26 проти 5,43 у контрольній групі; для болу/дискомфарту в ділянці обличчя – 7,86 проти 5,52; для закладеності носа – 7,77 проти 6,83; для виділень із порожнини носа – 7,51 проти 5,72. Динаміку змін інтенсивності симптомів у часі наочно ілюстровано на рисунку. Зниження показників за ВАШ в основній групі мало більш

виражений та рівномірний характер упродовж усього періоду спостереження, тоді як у контрольній групі найістотніше покращення відбувалося лише протягом другого тижня терапії.

Деталізовані дані про динаміку показників у межах кожної групи та порівняльна характеристика між групами на 14-у добу лікування наведені в табл. 2.



Динаміка симптомів (за шкалою ВАШ, 0-10 балів) у групах контролю та «Спарклін» протягом двотижневого курсу лікування. Затінені зони – 95% ДІ.

Таблиця 2

Динаміка клінічних показників всередині груп (Вихідний рівень та 14-а доба)

Показник	Група	Вихідні дані (M±SD)	14-а доба (M±SD)	Cohen's d	p
Головний біль	Контроль	7,24±0,74	2,69±0,92	5,43	<0,001
	Спарклін	7,08±0,67	1,16±0,76	8,26	<0,001
Біль в ділянці обличчя	Контроль	7,41±0,78	3,10±0,78	5,52	<0,001
	Спарклін	7,29±0,68	1,46±0,80	7,86	<0,001
Закладеність носа	Контроль	7,13±0,60	2,51±0,75	6,83	<0,001
	Спарклін	7,06±0,72	1,19±0,79	7,77	<0,001
Виділення з порожнини носа	Контроль	7,14±0,79	2,63±0,79	5,72	<0,001
	Спарклін	7,29±0,73	1,29±0,86	7,51	<0,001
рН слизової оболонки порожнини носа	Контроль	7,62±0,38	7,05±0,42	-	<0,001
	Спарклін	7,52±0,30	6,33±0,24	-	<0,001

Як видно з даних, наведених у табл. 2, вихідний рівень рН слизової оболонки порожнини носа (T_0) в обох групах відповідав лужним значенням і становив $7,62 \pm 0,38$ у контрольній групі та $7,52 \pm 0,30$ в основній групі ($p=0,215$), що суттєво перевищує фізіологічну норму (6,0-6,5). Одразу після першої іригації (T_1) у пацієнтів групи «Спарклін» спостерігалось статистично значуще зниження рН до $6,63 \pm 0,23$, тоді як у контрольній групі цей показник суттєво не змінився й становив $7,52 \pm 0,40$ ($p < 0,001$). Зазначена тенденція зберігалася протягом усього періоду спостереження: на 7-у добу (T_2) показники становили $6,54 \pm 0,34$ проти $6,88 \pm 0,38$, відповідно ($p = 0,003$), на 14-у добу (T_3) – $6,33 \pm 0,24$ проти $7,05 \pm 0,42$ ($p < 0,001$). Показово, що на момент завершення терапії (T_3) в основній групі середній рівень рН нормалізувався, досягнувши оптимальних слабкокислих значень, тоді як у контрольній групі він залишався статистично значуще вищим і перебував у межах нейтрального діапазону.

На 14-у добу (T_3) виявлено статистично значущий прямий кореляційний зв'язок помірної сили між рівнем рН слизової оболонки порожнини носа та інтенсивністю всіх чотирьох аналізованих симптомів. Зокрема, для головного болю коефіцієнт кореляції становив $r=0,537$ ($p < 0,001$), для болю в ділянці обличчя – $r=0,468$ ($p < 0,001$), для закладеності носа – $r=0,591$ ($p < 0,001$), а для виділень із порожнини носа – $r=0,477$ ($p < 0,001$). Встановлена закономірність свідчить про те, що пацієнти з вищим рівнем залишкового залуження носового секрету наприкінці курсу терапії мали більш виражену клінічну симптоматику. На противагу цьому, на вихідному рівні (T_0) жодних значущих кореляційних зв'язків між показниками рН та інтенсивністю симптомів у жодній із груп виявлено не було.

Обговорення

У ході дослідження було отримано два взаємопов'язані результати: статистично значуще кращу клінічну динаміку в основній групі (із застосуванням розчину «Спарклін») та суттєво ефективнішу нормалізацію рН слизової оболонки порожнини носа. Обидва ефекти мають спільне патогенетичне підґрунтя, зумовлене критич-

ною роллю показників рН у персистенції збудників при гострому бактеріальному риносинуситі.

Питання щодо стану рН слизової оболонки порожнини носа при риносинуситі залишається предметом активної наукової дискусії. У нормі рН носового секрету перебуває у слабкокислому діапазоні – приблизно 5,5-6,5 (із середнім значенням близько 6,3) [9, 10]. Натомість при запальних процесах слизова оболонка реагує на ендотоксини мікроорганізмів зміщенням рН у бік лужних значень. Зокрема, J. England та співавтори ще у 1999 р. встановили, що при риніті рН зростає до 7,2-8,3 [11]. Це підтвердили й результати дослідження R. Bhawana та співавторів, у якому середнє значення рН у середньому носовому ході пацієнтів із хронічним риносинуситом становило $7,81 \pm 0,83$ [12]. У нашому дослідженні пацієнти обох груп на вихідному рівні (T_0) мали рН у межах 7,52-7,62, що повністю узгоджується з описаним у літературі лужним зсувом при гострому бактеріальному риносинуситі.

Лужне середовище сприяє формуванню та персистенції біоплівки *Staphylococcus aureus* і *Streptococcus pneumoniae*, які утворюють зрілі матрикси значно активніше при рН 7,0-8,0, ніж у нейтральному чи слабкокислому середовищі. Ба більше, мікроорганізми здатні самостійно підтримувати цей стан: аміак та лужні метаболіти, що виділяються в процесі їхньої життєдіяльності, перешкоджають зниженню рН до рівнів, несприятливих для росту колонії, що замикає порочне коло патогенезу [8]. В. Behbahani та співавтори (2022) встановили, що переважна більшість антибактеріальних засобів, які діють на біоплівки, втрачають свою ефективність у лужному середовищі [13]. К. Нон зі співавторами (2022) підтвердили це кількісно: при зниженні рН іригаційного розчину мінімальна інгібуюча концентрація мупіроцину проти стафілококових біоплівок зменшувалася в кілька разів [14].

З огляду на це стає зрозумілим потенційний механізм дії назального розчину «Спарклін». Діоксид вуглецю (CO_2), розчиняючись у фізіологічному розчині, утворює вугільну кислоту (H_2CO_3), яка дисоціює з вивільненням іонів H^+ . Навіть незначна концентрація CO_2 (0,4%) здатна знизити рН

до слабокислих значень (5,5-6,5), що відповідає фізіологічному діапазону носового секрету. Таке слабокисле середовище діє одночасно на двох патогенетичних рівнях: безпосередньо пригнічує здатність мікроорганізмів до формування біоплівки та активує локальні захисні механізми слизової оболонки. Зокрема, підвищується активність лізоциму та пригнічується адгезія бактерій до епітеліоцитів.

У нашому дослідженні вже після першої іригації в групі «Спарклін» показник рН знизився з 7,52 до 6,63, тоді як у контрольній групі він залишився практично незмінним ($7,52 \pm 0,40$). Зазначена відмінність зберігалася протягом усіх 14 днів спостереження. Клінічна значущість виявленої різниці у динаміці рН підтверджується результатами кореляційного аналізу. Встановлено помірний і статистично значущий прямий кореляційний зв'язок між рівнем рН слизової оболонки порожнини носа на 14-ту добу та інтенсивністю всіх чотирьох симптомів (г коливався від 0,468 до 0,591; для всіх порівнянь $p < 0,001$). Отже, пацієнти, у яких рівень рН наприкінці терапії залишався вищим, мали статистично значуще гірші клінічні показники.

Таким чином, нормалізація рН є не просто супутньою ознакою одужання, а патогенетично значущою ланкою в регресії запального процесу. Показово, що на вихідному рівні аналогічних кореляційних зв'язків не виявлено в жодній із груп. Це свідчить про те, що рівень рН сам по собі не визначає тяжкість захворювання на початку лікування, проте його динаміка чітко відображає ефективність проведеної терапії.

У. Їн та співавтори (2023) у систематичному огляді застосування збагачених іригаційних розчинів зазначили, що бактеріофаги, колоїдне срібло та молекулярний водень забезпечують вищий симптоматичний ефект при хронічних риносинуситах, ніж стандартний ізотонічний розчин. Проте всі згадані дослідження стосувалися виключно хронічного перебігу захворювання [15]. При гострому бактеріальному риносинуситі ситуація є принципово іншою: бактеріальні біоплівки перебувають на ранніх стадіях формування та ще не набули максимальної резистентності. Саме тому терапевтичний

потенціал оптимізації та підкислення мікросередовища порожнини носа за допомогою діоксиду вуглецю може реалізуватися значно ефективніше.

Проведене дослідження має кілька обмежень, які необхідно враховувати при інтерпретації результатів. Найважливішим із них є обсяг вибірки: залучення 28 пацієнтів до контрольної та 26 осіб до основної групи є репрезентативним для проведення первинного порівняльного аналізу, проте обмежує можливість формулювання обґрунтованих висновків усередині окремих підгруп. Крім того, використання індикаторних тест-смужок «Combur» дозволяло фіксувати рН лише у вигляді дискретних значень із кроком 0,5 одиниці. Це знижувало точність вимірювань і зумовило «ступінчастий» характер кривих рН при графічному відображенні; застосування портативного цифрового рН-метра забезпечило б вищу чутливість моніторингу. Зрештою, виявлений гендерний дисбаланс між групами ($\chi^2=4,67$, $p=0,031$), хоч і не позначився на вихідній інтенсивності клінічної симптоматики гострого бактеріального риносинуситу, не дозволяє повністю нівелювати потенційний вплив статі на суб'єктивне оцінювання проявів захворювання за візуально-аналоговою шкалою.

Висновки

1. У пацієнтів із гострим бактеріальним риносинуситом на вихідному рівні показник рН слизової оболонки порожнини носа в обох групах відповідав лужним значенням (7,52-7,62), що статистично значуще перевищує фізіологічну норму (6,0-6,5). Це підтверджує патогенетичну роль лужного зсуву як одного з провідних механізмів гострого бактеріального запалення.

2. Застосування розчину «Спарклін» (0,9% морської води + 0,4% CO₂) у складі комплексної терапії забезпечило достовірно більш ефективне зниження вираженості всіх чотирьох симптомів, що досліджувались, порівняно зі стандартним ізотонічним промиванням: на 14-у добу показники за ВАШ у групі «Спарклін» були суттєво нижчими за всіма параметрами (для всіх порівнянь $p < 0,001$), а величина ефекту (Cohen's d коливався в межах 7,51-8,26) значно переви-

щувала аналогічні маркери у контрольній групі (Cohen's d 5,43-6,83).

3. Іригаційна терапія розчином «Спарклін» забезпечила швидку та ефективну нормалізацію рН слизової оболонки порожнини носа. Одразу після першого застосування в основній групі зафіксовано зниження рН з 7,52 до 6,63, тоді як у контрольній групі цей показник залишився на рівні 7,52 ($p < 0,001$). На 14-у добу в групі «Спарклін» рівень рН стабілізувався в межах оптимального слабокислого діапазону ($6,33 \pm 0,24$), тоді як у групі контролю він становив $7,05 \pm 0,42$ ($p < 0,001$).

4. На 14-у добу між показниками рН слизової оболонки порожнини носа та інте-

нсивністю всіх чотирьох симптомів встановлено статистично значущий прямий кореляційний зв'язок помірної сили ($r=0,468-0,591$, $p < 0,001$). Це доводить, що збереження вищого рівня залужнення носового секрету наприкінці терапії асоційоване з менш вираженим регресом клінічних проявів захворювання, а динаміка рН є надійним маркером ефективності лікування.

5. На підставі отриманих результатів CO_2 -збагачений ізотонічний розчин «Спарклін» може бути рекомендований для застосування як ефективний ад'ювантний засіб іригаційної терапії порожнини носа при гострому бактеріальному риносинуситі у дорослих пацієнтів.

References

1. Arcimowicz M. Rational treatment of acute rhinosinusitis in the context of increasing antibiotic resistance. *Otolaryngol Pol.* 2024 Oct 1;78(6):1-11. doi: 10.5604/01.3001.0054.7506.
2. Afonso D, Dymond A, Eastwood I, Green W, Laughey W, Aluko P, Pennick G, Lodhi I, Charlesworth B. A health economics assessment of self-care with over-the-counter ibuprofen in dysmenorrhoea, migraine and acute rhinosinusitis in the United Kingdom. *Cost Eff Resour Alloc.* 2025 Oct 15;23(1):56. doi: 10.1186/s12962-025-00660-6.
3. Payne SC, McKenna M, Buckley J, Colandrea M, Chow A, Detwiller K, et al. Clinical Practice Guideline: Adult Sinusitis Update. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2025 Aug;173 Suppl 1:S1-S56. doi: 10.1002/ohn.1344.
4. Fokkens WJ, Lund VJ, Hopkins C, Hellings PW, Kern R, Reitsma S, et al. European Position Paper on Rhinosinusitis and Nasal Polyps 2020. *Rhinology.* 2020 Feb 20;58(Suppl S29):1-464. doi: 10.4193/Rhin20.600.
5. Jin L, Fan K, Yu S. Application of nasal irrigation in the treatment of chronic rhinosinusitis. *Asia Pac Allergy.* 2023 Dec;13(4):187-198. doi: 10.5415/apallergy.000000000000120.
6. Pagani D, Galliera E, Dogliotti G, De Bernardi di Valserra M, Torretta S, et al. Carbon dioxide-enriched water inhalation in patients with allergic rhinitis and its relationship with nasal fluid cytokine/chemokine release. *Arch Med Res.* 2011 May;42(4):329-33. doi: 10.1016/j.arcmed.2011.07.001.
7. Pires PC, Rodrigues M, Alves G, Santos AO. Strategies to Improve Drug Strength in Nasal Preparations for Brain Delivery of Low Aqueous Solubility Drugs. *Pharmaceutics.* 2022 Mar 8;14(3):588. doi: 10.3390/pharmaceutics14030588.
8. Surekha S, Lamiyan AK, Gupta V. Antibiotic Resistant Biofilms and the Quest for Novel Therapeutic Strategies. *Indian J Microbiol.* 2024 Mar;64(1):20-35. doi: 10.1007/s12088-023-01138-w.
9. Washington N, Steele RJ, Jackson SJ, Bush D, Mason J, Gill DA, Pitt K, Rawlins DA. Determination of baseline human nasal pH and the effect of intranasally administered buffers. *Int J Pharm.* 2000 Apr 5;198(2):139-46. doi: 10.1016/s0378-5173(99)00442-1.
10. Beule AG. Physiology and pathophysiology of respiratory mucosa of the nose and the paranasal sinuses. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg.* 2010;9:Doc07. doi: 10.3205/cto000071.
11. England RJ, Homer JJ, Knight LC, Ell SR. Nasal pH measurement: a reliable and repeatable parameter. *Clin Otolaryngol Allied Sci.* 1999 Feb;24(1):67-8. doi: 10.1046/j.1365-2273.1999.00223.x.
12. Bhawana GS, Kumar S, Kumar A. Alkaline pH in middle meatus in cases of chronic rhinosinusitis. *Am J Otolaryngol.* 2014 Jul-Aug;35(4):496-9. doi: 10.1016/j.amjoto.2014.02.017.
13. Behbahani SB, Kiridena SD, Wijayaratna UN, Taylor C, Anker JN, Tzeng TJ. pH variation in

- medical implant biofilms: Causes, measurements, and its implications for antibiotic resistance. *Front Microbiol.* 2022 Oct 31;13:1028560. doi: 10.3389/fmicb.2022.1028560.
14. Hon K, Liu S, Cooksley C, Vreugde S, Psaltis AJ. Low pH nasal rinse solution enhances mupirocin antimicrobial efficacy. *Rhinology.* 2022 Mar 2. doi: 10.4193/Rhin.
15. Jin L, Fan K, Yu S. Application of nasal irrigation in the treatment of chronic rhinosinusitis. *Asia Pac Allergy.* 2023 Dec;13(4):187-198. doi: 10.5415/apallergy.000000000000120.

Надійшла до редакції 10.04.2026

© О.В. Діхтярук, Ю.В. Деєва, 2026

ЕФЕКТИВНІСТЬ ШИПУЧОГО НАЗАЛЬНОГО СПРЕЮ З CO₂ ДЛЯ ІРИГАЦІЙНО-ЕЛІМІНАЦІЙНОЇ ТЕРАПІЇ ПРИ ГОСТРОМУ БАКТЕРІАЛЬНОМУ РИНОСИНУСИТІ

¹Діхтярук ОВ, ²Деєва ЮВ

¹КНП «Свято-Михайлівська клінічна лікарня в м. Києві»;
²Національний медичний університет імені О.О. Богомольця
Email: skydoctor3@gmail.com

А н о т а ц і я

Актуальність: Гострий риносинусит (ГРС) є одним із найпоширеніших захворювань верхніх дихальних шляхів. Водночас гострий бактеріальний риносинусит (ГБРС), як один із видів ГРС, також залишається досить розповсюдженим і становить близько 0,5-2% від усіх випадків патології. На сьогодні іригаційно-елімінаційна терапія сольовими розчинами визнана низкою міжнародних настанов, зокрема EPOS 2020, як високоефективний елемент лікування гострих і хронічних риносинуситів із високим рівнем доказовості. У сучасній літературі існує значна кількість публікацій, присвячених вибору оптимального складу водно-сольових розчинів для іригації порожнини носа. Зокрема, вивчається доцільність застосування ксилітолу, ментолу, різних електролітів, гіалуронової кислоти та багатьох інших ад'ювантних компонентів. Проте загальноприйнятих оптимальних комбінацій досі не визначено. Більшість робіт стосується виключно використання звичайного фізіологічного розчину, тоді як дані щодо додаткових речовин та їхнього можливого впливу на перебіг гострого процесу залишаються обмеженими.

Мета: Оцінити клінічну ефективність та вплив на показники рН порожнини носа назального розчину «Спарклін» (0,9% розчин натрію хлориду з додаванням 0,4% CO₂) порівняно зі стандартним ізотонічним сольовим розчином у складі комплексної терапії гострого бактеріального риносинуситу.

Матеріали та методи: Проведено проспективне контрольоване дослідження на базі КНП «Свято-Михайлівська клінічна лікарня м. Києва». До нього залучили 54 дорослих пацієнтів (віком 18-60 років) із верифікованим діагнозом ГБРС, яких розподілили на дві групи: контрольну (n = 28; іригація 0,9% розчином натрію хлориду) та основну (n = 26; іригація розчином «Спарклін»). Усі пацієнти отримували уніфіковану базову терапію: амоксицилін/клавуланат, комплексний фітопрепарат та ксилометазолін. Інтенсивність чотирьох провідних симптомів (головного болю, болю або дискомфорту у ділянці обличчя, закладеності носа та виділень) оцінювали за ВАШ (0-10 балів) у чотирьох часових точках: до початку терапії, одразу після першої іригації, на 7-му та 14-ту добу. Показники рН слизової оболонки нижнього носового ходу визначали за допомогою індикаторних тест-смужок «Combur» («Roche Diagnostics») в аналогічні терміни. Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою програмного забезпечення R.

Результати: В обох групах зафіксовано статистично значуще зниження інтенсивності всіх симптомів до 14-ї доби (p < 0,001). Проте величина позитивного ефекту в групі «Спарклін» була суттєво вищою за всіма показниками: Cohen's d становив 7,51-8,26 проти 5,43-6,83 у контрольній групі. Одразу після першої іригації рівень рН в основній групі знизився з 7,52 до 6,63, тоді як у контрольній – залишився на вихідному рівні 7,52 (p < 0,001). На 14-ту добу середній рН у групі «Спарклін» становив 6,33±0,24 порівняно з 7,05±0,42 у контрольній групі (p < 0,001). Наприкінці спостереження виявлено статистично значущий прямий кореляційний зв'язок помірної сили між показниками залишкового рН та інтенсивністю всіх чотирьох симптомів (r=0,468-0,591, p<0,001).

Висновки: Застосування CO₂-збагаченого ізотонічного розчину «Спарклін» у складі комплексної терапії ГБРС забезпечує статистично значуще ефективніше купування клінічної симптоматики та швидшу нормалізацію рН слизової оболонки порожнини носа порівняно зі стандартним ізотонічним розчином. Цей засіб може бути рекомендований як ефективний ад'ювантний компонент у лікуванні гострого бактеріального риносинуситу у дорослих пацієнтів.

Ключові слова: гострий бактеріальний риносинусит, іригаційно-елімінаційна терапія, діоксид вуглецю, рН слизової оболонки порожнини носа, бактеріальні біоплівки.

EFFICACY OF A CO₂-ENRICHED EFFERVESCENT NASAL SPRAY FOR IRRIGATING-ELIMINATIVE THERAPY IN ACUTE BACTERIAL RHINOSINUSITIS

¹Dikhtiaruk OV, ²Dieieva YuV

¹KNP "St. Michael's Clinical Hospital in Kyiv";

²Bogomolets National Medical University

Email: skydoctor3@gmail.com

Abstract

Background: Acute rhinosinusitis (ARS) is one of the most prevalent diseases of the upper respiratory tract. Bacterial rhinosinusitis (ABRS), as a distinct form of ARS, remains considerably common, accounting for approximately 0.5-2% of all ARS cases. Saline-based irrigating-eliminative therapy is currently recognised by a number of guidelines, including EPOS 2020, as a highly evidence-based component of rhinosinusitis management - both acute and chronic. A substantial body of publications exists addressing the optimal composition of aqueous saline solutions for nasal cavity irrigation, with investigations exploring the use of xylitol, menthol, various electrolytes, hyaluronic acid, and numerous other adjuvant agents. Nevertheless, no optimal combination has yet been established. The majority of studies remain focused exclusively on standard normal saline for nasal rinsing, while data concerning supplementary substances and their potential impact on the course of acute rhinosinusitis remain limited.

Objective: To evaluate the efficacy of the nasal solution "Sparklin" (a solution supplemented with 0.4% CO₂) compared to standard isotonic saline as part of complex treatment for acute bacterial rhinosinusitis.

Materials and methods: A prospective controlled study was conducted at the Svyato-Mykhailivska Clinical Hospital, Kyiv. Fifty-four adult patients (aged 18-60 years) with a verified diagnosis of ABRS were enrolled and allocated into two groups: a control group (n=28, irrigation with 0.9% sodium chloride solution) and a study group (n=26, irrigation with "Sparklin"). All patients received identical standard therapy: amoxicillin/clavulanate, phytotherapy, and xylometazoline. Severity of four cardinal symptoms (headache, facial pain/discomfort, nasal congestion, and nasal discharge) was assessed using a visual analogue scale (VAS, 0-10 points) at four time points: baseline, after the first irrigation, at day 7, and at day 14. Mucosal pH of the inferior nasal meatus was measured with Combur indicator test strips (Roche Diagnostics) at the same time points. All data obtained were subjected to statistical analysis.

Results: Both groups demonstrated a statistically significant reduction in the severity of all symptoms by day 14 (p<0.001); however, effect sizes in the "Sparklin" group were substantially greater across all parameters (Cohen's d 7.51-8.26 vs. 5.43-6.83 in the control group). Already after the first irrigation, mucosal pH in the "Sparklin" group decreased from 7.52 to 6.63, whereas in the control group it remained at 7.52 (p<0.001). By day 14, the mean pH in the "Sparklin" group was 6.33±0.24 compared to 7.05±0.42 in the control group (p<0.001). At the end of the observation period, a statistically significant positive correlation was identified between residual mucosal pH and the severity of all four symptoms (r=0.468-0.591, p<0.001).

Conclusions: The addition of the CO₂-enriched isotonic solution "Sparklin" to complex treatment of ABRS provides significantly greater reduction of clinical symptoms and more effective normalisation of nasal mucosal pH compared to standard isotonic nasal irrigation; accordingly, "Sparklin" may be recommended as an adjuvant irrigating agent in the management of ABRS in adult patients.

Keywords: acute bacterial rhinosinusitis, irrigating-eliminative therapy, carbon dioxide, nasal mucosal pH, bacterial biofilms.