



УДК 616.31-08-039.71

DOI <https://doi.org/10.11603/2311-9624.2026.3.16711>

Д. В. Касіян

ORCID <https://orcid.org/0009-0006-4223-4691>

О. Я. Мокрик

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4237-3812>

Державне некомерційне товариство «Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького»

ВАГОМІ ЧИННИКИ ПРОГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИНИКНЕННЯ ПЕРФОРАЦІЇ МЕМБРАНИ ШНАЙДЕРА ПІД ЧАС ОПЕРАЦІЇ ВІДКРИТОГО СИНУС-ЛІФТИНГУ В ПАЦІЄНТІВ ІЗ РІЗНИМИ ІНДИВІДУАЛЬНО-АНАТОМІЧНИМИ ОСОБЛИВОСТЯМИ

D. V. Kasiyan, O. Ya. Mokryk

State Nonprofit Company "Danylo Halytsky Lviv National Medical University"

SIGNIFICANT FACTORS IN THE PROGNOSTIC MODEL FOR SCHNEIDERIAN MEMBRANE PERFORATION DURING OPEN SINUS LIFT SURGERY IN PATIENTS WITH VARYING INDIVIDUAL ANATOMICAL CHARACTERISTICS

ІНФОРМАЦІЯ

Електронна адреса
для листування:
d.kasiyan@gmail.com

Дата першого надходження
статті до видання: 13.07.2026

Дата прийняття статті до
друку після рецензування:
27.08.2026

Дата публікації (оприлюднен-
ня) статті: 16.10.2026



Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу
(CC BY 4.0)

Ключові слова: відкритий
синус-ліфтинг, перфорація
МШ, чинники перфорації МШ,

АНОТАЦІЯ

На виникнення перфорацій мембрани Шнайдера (МШ) під час проведення операції відкритого синус-ліфтингу досить часто впливають місцеві анатомічні чинники. Паління сприяє розвитку хронічного синуситу, призводить до потовщення МШ, що знижує еластичність та підвищує ризик її перфорації.

Мета дослідження. За результатами аналізу літературних даних та виходячи з власних клінічних спостережень, ми поставили за мету розпрацювати прогностичну математичну модель індивідуалізованої комплексної оцінки факторів ризику виникнення перфорації МШ під час операції відкритого синус-ліфтингу в стоматологічних хворих із різними індивідуально-анатомічними особливостями.

Матеріали та методи дослідження. У цьому дослідженні взяли участь 92 пацієнти, яким перед операцією відкритого синус-ліфтингу проведено комплексне клініко-рентгенологічне обстеження. До клініко-морфологічних характеристик, які були включені в аналіз виявлених факторів ризику, виникнення перфорації МШ увійшли: тонка МШ (≤ 2 мм), деякі контури бухт гайморової пазухи, тонкий фенотип ясен, клас септ гайморової пазухи I–VI (за класифікацією Sigaroudi та співавторів, 2017), товщина бічної стінки гайморової пазухи (тип 1–3). Для оцінки статистичної значущості відмінностей між групами за частотними показниками використовували точний критерій Фішера та критерій χ^2

місцеві анатомічні предиктори інтраопераційних ускладнень, математична прогностична модель перфорації МШ.

(ксі-квадрат) Пірсона. Статистично значущою вважали різницю за $p < 0,05$.

Результати дослідження. За допомогою методу логістичної регресії було виокремлено 10 найбільш статистично значущих факторів, які за поєднаної дії мають вірогідний вплив на виникнення перфорації МШ, а саме: вік (роки), форма черепа мезопрозопічна та хакепрозопічна, товщина МШ (типи II, III та IV), наявність шкідливих звичок (паління), наявність потовщення МШ, вузький контур бухти гайморової пазухи, наявність тонкого фенотипу ясен. З-поміж зазначених 10 факторів шість мають превентивну дію (за їх наявності в пацієнта зменшується ризик розвитку перфорації МШ), до них увійшли: вік, мезопрозопічна та хакепрозопічна форма черепа, а також, II, III та IV типи товщини МШ. До факторів провокуючої дії (за їх наявності в пацієнта зростає ризик розвитку перфорації МШ) увійшли: наявність шкідливих звичок (паління), наявність гіперплазії (поліпоз) МШ, вузькі контури бухти гайморової пазухи та тонкий фенотип ясен. Наведені вище показники, крім віку, були представлені в моделі оцінювання ризику як бінарні змінні, де наявність ознаки кодували значенням «1», а її відсутність – значенням «0». Для кожного фактора було визначено коефіцієнт регресії щодо виникнення перфорації МШ. Отримана модель є достовірною ($p < 0,01$). Значення коефіцієнта Нагелькерке становить 61,79%.

Висновки. Побудована нами модель добре пояснює зв'язок між ризиком перфорації МШ та незалежними змінними (факторами ризику, які включені в цю модель). Точність отримання прогнозу ризику перфорації МШ становила 93,48%. Позитивне передбачуване значення – ймовірність виникнення перфорації МШ за отримання показника високого ризику (М дорівнює 50% або більше) становить 93,75%, відповідно негативне передбачуване значення (ймовірність відсутності перфорації МШ за отримання показника М менше ніж 50%) – 93,42%. На основі отриманих показників регресії нами була змодельована формула для розрахунку вірогідності виникнення перфорації МШ.

INFORMATION

Email address
for correspondence:
d.kasiyan@gmail.com

Received: 13.07.2026
Accepted: 27.08.2026
Published: 16.10.2026

Key words: open sinus-lift, SM perforation, factors of SM perforation, local anatomical predictors of intraoperative complications, mathematical prognostic model of SM perforation.

ABSTRACT

The occurrence of Schneiderian membrane (SM) perforations during open sinus-lift surgery is quite often influenced by local anatomical factors. Smoking contributes to the development of chronic sinusitis and leads to thickening of the SM, which reduces elasticity and increases the risk of its perforation.

Aim of the study. Based on the results of the analysis of literature data and proceeding from our own clinical observations, we set as our aim to develop a prognostic mathematical model for an individualized comprehensive assessment of the risk factors for the occurrence of SM perforation during open sinus-lift surgery in dental patients with different individual anatomical features.

Materials and methods of the study. A total of 92 patients participated in this study, who underwent a comprehensive clinical and radiological examination before open sinus-lift surgery. The clinical and morphological characteristics that were included in the analysis of the identified risk factors for the occurrence of SM perforation included: thin SM (≤ 2 mm), certain contours of the maxillary sinus recesses, thin gingival phenotype, classes I–VI of maxillary sinus septa (according to the classification of Sigaroudi et al., 2017), and thickness of the lateral wall of the maxillary sinus (types 1–3). Fisher's exact test and Pearson's X^2 (chi-square) test were used to assess the statistical significance of differences between groups according to frequency indicators. A difference at $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Results of the study. Using the logistic regression method, 10 of the most statistically significant factors were identified, which, when acting in combination, have a significant influence on the occurrence of SM

perforation, namely: age (years), mesoprosopic and chamaeprosopic skull shape, SM thickness (types II, III, and IV), presence of harmful habits (smoking), presence of SM thickening, narrow contour of the maxillary sinus recess, and presence of a thin gingival phenotype. Among the specified 10 factors, six have a preventive effect (when they are present in a patient, the risk of developing SM perforation decreases); these included: age, mesoprosopic and chamaeprosopic skull shape, as well as types II, III, and IV of SM thickness. The factors with a provoking effect (when they are present in a patient, the risk of developing SM perforation increases) included: presence of harmful habits (smoking), presence of SM hyperplasia (polypoidosis), narrow contours of the maxillary sinus recesses, and a thin gingival phenotype. The above-mentioned indicators, except for age, were represented in the risk assessment model as binary variables, where the presence of a feature was coded with the value "1" and its absence with the value "0". For each factor, a regression coefficient for the occurrence of SM perforation was determined. The obtained model is statistically significant ($p < 0.01$). The value of the Nagelkerke coefficient is 61.79%.

Conclusions. The model constructed by us explains well the relationship between the risk of SM perforation and the independent variables (risk factors included in this model). The accuracy of the obtained prediction of the risk of SM perforation was 93.48%. The positive predictive value – the probability of SM perforation occurring when a high-risk value is obtained (M equals 50% or more) – is 93.75%; accordingly, the negative predictive value (the probability of the absence of SM perforation when an M value of less than 50% is obtained) is 93.42%. Based on the obtained regression indicators, we modeled a formula for calculating the probability of the occurrence of SM perforation.

Актуальність. У разі значної атрофії альвеолярних відростків щелеп процедури кісткової аугментації стали поширеним методом створення оптимальних умов для встановлення зубних імплантатів. Зокрема, для верхньої щелепи операції підняття дна гайморової пазухи (синус-ліфтингу) вважаються «золотим стандартом» передпротезної підготовки та вирізняються високою ефективністю [1]. Однак під час проведення синус-ліфтингу може виникнути перфорація слизової оболонки гайморової пазухи – мембрани Шнайдера, що є найпоширенішим ускладненням, яке трапляється, за даними різних авторів, у 16,91%, 31,9%, 41% випадків [2–4]. Невдачі з приживленням трансплантатів під час верхньощелепної аугментації у 70,8% стаються у пацієнтів, у яких відбулася перфорація синусової мембрани [4].

У виникненні перфорації МШ під час проведення відкритого синус-ліфтингу анатомічні чинники відіграють значну роль [5, 6, 7]. Встановлено статистично вірогідний зв'язок між перфорацією та наявністю перегородок у пазусі (відношення шансів (ВШ) = 4,8; $P = 0,002$) [6, 7], а також недостатньою висотою залишкової кістки альвеолярного відростка в бічних ділянках верхньої щелепи (≤ 3 мм) (ВШ = 0,01; $P < 0,001$), що потребує значної елевачії МШ, щоб під нею помістити необхідний об'єм остеопластичного матеріалу [5]. Низка авторів також вказують на такі анатомічні фактори, як тонку

($\leq 1,5$ мм) слизову оболонку пазухи ($p = 0,027$), незручну конфігурацію контурів верхньощелепної пазухи ($p < 0,001$). Частота виникнення перфорації МШ за вузьких конусоподібних та звужених контурів пазухи була значно вищою, ніж за овальних і квадратних контурів ($p < 0,05$) [6]. Встановлено, що частота перфорації слизової оболонки відбувається в 50% випадків у пацієнтів із тонкою слизовою оболонкою і кутом менше ніж 60° . У групі пацієнтів, у яких була товста слизова оболонка і кут між стінками в механічно обробленій ділянці становив більше за 60° , перфорації слизової оболонки не відбулося. Водночас за результатами порівняння різних комбінацій цих факторів виявлено, що більше значення кута знижує імовірність перфорації в 3 рази за однаково тонкої слизової оболонки пазухи [3].

Нами простежено залежність деяких контурів дна верхньощелепних пазух від відповідних форм лицевого скелета пацієнтів. Встановлено серед них можливі анатомічні предиктори перфорації МШ під час операції відкритого синус-ліфтингу. У хамепрозопів (широколицих) у 27,8% випадків діагностувалися контури дна верхньощелепних пазух неправильної форми – нерівні з виїмками (заглибинами) чи зигзагоподібні або з наявністю перегородок / екзостозів. Контури дна пазухи вузької (конічної) форми найчастіше присутні в лептопрозопів (вузьколицих) – $\chi^2 = 4,02$ ($p < 0,05$). Ці топографо-анатомічні

чинники ускладнюють механічне відшарування МШ від кортикальної пластинки дна верхньощелепної пазухи, сприяють її розриву. Водночас у мезопрозопів виявлено у 22,5% випадків контури дна верхньощелепної пазухи квадратної форми, а у 32,5% – овальної форми, які не перешкоджають повноцінній елевачії цієї мембрани [8].

Існує високий позитивний кореляційний зв'язок ($r \geq 0,7$) між фенотипом ясен (ФЯ) та товщиною МШ, що підтверджує важливість інструментальної оцінки пародонта як потенційного прогностичного показника для вибору хірургічного підходу до верхньощелепної пазухи [9]. Товщина слизової оболонки пазухи становила $1,26 \pm 0,14$ мм в осіб із товстим біотипом ясен і $0,61 \pm 0,15$ мм – в осіб із тонкими яснами. Зв'язок між товщиною слизової оболонки пазухи та фенотипами ясен є статистично вирогідним ($P < 0,0001$) [10]. Виявлено статистично значущі відмінності між статтями: у жінок тонкий ФЯ зустрічався частіше, ніж у чоловіків ($P = 0,003$). Товщина МШ була статистично значущо меншою у пацієнтів із тонким ФЯ порівняно з пацієнтами, які мали товстий ФЯ ($P \leq 0,001$) [11]. Передопераційна оцінка ФЯ є важливим клінічним предиктором товщини МШ, особливо в тих випадках, коли проведення її дослідження за допомогою конусно-променевої комп'ютерної томографії або гістологічного дослідження неможливе [9–11].

Численні дослідження вказують, що наявність шкідливих звичок (паління) сприяє розвитку хронічного синуситу, призводить до потовщення МШ верхньощелепного синуса, що підвищує ризик перфорації слизової оболонки верхньощелепної пазухи [5–7, 12]. Хронічний вплив сигаретного диму викликає стійке запалення та судинний застій у слизовій оболонці пазух, що призводить до епітеліальної гіперплазії та підслизового набряку [13]. Крім того, порушення мукоциліарного кліренсу, викликане палінням, порушує нормальний дренаж пазух, створюючи схильність до інфікування пазух та подальшого потовщення слизової оболонки. Найвищий рівень перфорації (83,3%) спостерігався в групі, де товщина слизової оболонки становила ≥ 4 мм. Також перфорацію слизової оболонки було зафіксовано у 80% випадків із поліпoidним її типом [7].

Погрішності техніки остеотомії під час формування латерального вікна для аугментації пазухи з використанням механічних фрез і ротаційних методів стало причиною перфорації слизової оболонки пазухи у 17,5% процедур. Результати дослідження свідчать про те, що підняття дна гайморової пазухи із застосуванням комбінації ручних і ультразвукових інструментів є ефективним і безпечним методом із низькою

частотою ускладнень [14]. П'єзохірургічне препарування кістки під час синус-ліфтингу викликає слабший післяопераційний біль і набряк у хворих. П'єзохірургія є трудомісткою, але ефективною для безпечного підняття синус-мембрани, зниження ризику її перфорації та підвищення комфорту пацієнта [15].

Очевидно, що перед процедурою підйому дна верхньощелепної пазухи за допомогою техніки бічного вікна необхідно в кожного пацієнта оцінювати в комплексі сприятливі чинники виникнення перфорації МШ: вік, стать, паління та хірургічно-анатомічні фактори ризику: залишкова висота гребеня, товщина мембрани пазухи, попередні хірургічні втручання. У багатофакторному аналізі було виявлено значущі зв'язки перфорації МШ з наявністю синусових перегородок ($BH = 31,992$; $P = 0,001$), залишковою висотою гребеня ($BH = 1,563$; $P = 0,007$), товщиною синусової мембрани ($BH = 1,057$; $P = 0,001$), наявністю тонкого ($< 1,5$ мм) синусового біотипу ($BH = 8,883$; $P = 0,001$), попередні хірургічні втручання ($BH = 4,689$; $P = 0,002$) і звичка палити ($BH = 2,238$; $P = 0,030$) [16].

За результатами аналізу літературних даних та виходячи з власних клінічних спостережень, ми поставили за мету розпрацювати прогностичну математичну модель індивідуалізованої комплексної оцінки факторів ризику виникнення перфорації МШ під час операції відкритого синус-ліфтингу в стоматологічних хворих із різними індивідуально-анатомічними особливостями, що може потребувати корекції лікарської тактики в процесі проведення цього хірургічного втручання.

Матеріали та методи дослідження. У цьому дослідженні взяли участь 92 пацієнти (43 особи жіночої та 49 осіб чоловічої статі), яким проведено опитування та комплексне клініко-рентгенологічне обстеження. Краніометричні дослідження проводили на 92 рентгенологічних зображеннях черепів, отриманих за результатами комп'ютерної томографії (КТ) ділянок лицевого скелета пацієнтів, які проходили обстеження на дентальному конусно-променевому комп'ютерному томографі Vatech Pax-i3D Green (Південна Корея). У виборі відправних пунктів для вимірювання загальних розмірів та форми черепів керувалися вказівками з краніометрії [17]. У всіх пацієнтів визначали лицевий індекс за формулою Гарсона:

$$\text{Ind}_{\text{лица}} = \text{висота лица} / \text{ширина лица} \times 100\%,$$

де за показника лицевого індексу менше за 79,9% пацієнтів зараховували до хамепрозопів (особи із широким обличчям), від 80,0 до 89,9% – до мезопрозопів (індивідууми із середніми розмірами обличчя) і від 90,0 до 94,9% – до лептопрозопів (особи з видовженим обличчям). На

КТ у коронарній проекції лицевих відділів черепів визначали контури дна верхньощелепних пазух у разі їх сагітальних зрізів на рівні лунок першого та другого молярів. На досліджуваних томограмах контури та форми дна верхньощелепних пазух розрізняли й розподіляли згідно із класифікацією L. Niu, J. Wang та співавторів (2018) [18], де пазухи ділять на п'ять категорій: вузькі (конічні), звужені, овальні (яйцеподібні), квадратні та неправильної форми. Для класифікації перегородок пазухи й оцінки ризику перфорації слизової оболонки використовували метод, модифікований на основі підходу Al-Faraje та співавторів [19, 20], де: клас 1 – поодинокі базальна перпендикулярна перегородка, клас 2 – множинні (2 або більше) базальні перпендикулярні перегородки, клас 3 – поодинокі довгі часткова перпендикулярна перегородка, що не обмежується основою пазухи, клас 4 – численні (дві або більше) довгі часткові перпендикулярні перегородки, що не обмежуються основою пазухи, клас 5 – часткова горизонтальна перегородка, клас 6 – повна перпендикулярна перегородка, що розділяє пазуху на окремі анатомічні порожнини, клас 7, підклас 1 – повна горизонтальна перегородка, розташована в нижній частині, клас 7, підклас 2 – повна горизонтальна перегородка, розташована у верхній частині.

Товщину кісткової тканини бічних (латеральних) стінок верхньощелепних пазух вимірювали на КТ та розподіляли за типами згідно з класифікацією Bedeloğlu E. та співавторів [21], де 1-й тип – товщина 0–1 мм, 2-й тип – товщина 1–2 мм, 3-й тип – товщина > 2 мм.

Товщина МШ на конусно-променевих КТ-зображеннях була класифікована як тип I (не визначається), тип II (0–2 мм), тип III (3–4 мм) або тип IV (> 4 мм) [22]. Фенотип ясен (ФЯ) визначали клінічно за критерієм прозорості пародонтального зонда крізь край ясен у ділянці передніх зубів верхньої щелепи (зонд був невидимим крізь ясенну борозну – товстий фенотип ясен, визначається за їх товщини ≥ 1 –1,5 мм, або коли зонд був видимим крізь ясенну борозну – тонкий фенотип ясен, визначається за їх товщини < 1 мм). Це дослідження проводилися за здорового пародонта [23].

Серед інструментів, які використовувалися для остеотомії бічних стінок верхньощелепних пазух під час проведення відкритого синус-ліфтингу, були застосовані трепанаційні фрези DASK drill XRT084025 – у 31 пацієнта, Simple Sinus Lateral Reamer Kit – у 31 пацієнта, а у 30 пацієнтів використано п'єзохірургічну техніку. Вибір рівня вібрації п'єзоелектричного остеотома в діапазонах імпульсного режиму 25–35 кГц був індивідуалізованим і залежав від визначеної рентгенологічним методом

товщини кісткової тканини в ділянці операційного поля.

У процесі опрацювання моделі прогнозування індивідуального ризику перфорації МШ під час проведення відкритого синус-ліфтингу проведено клініко-статистичне дослідження із застосуванням методу логістичної регресії. До аналізу було включено ряд виокремлених факторів ризику з подальшим обчисленням їх частот у дослідній ($n = 20$) та контрольній ($n = 72$) групах. Результати дослідження представлені таблицями частот. Для оцінки статистичної значущості відмінностей між групами за частотними показниками використовували точний критерій Фішера та критерій χ^2 (ксі-квадрат) Пірсона. Статистично значущою вважали різницю за $p < 0,05$.

Імовірність виникнення перфорації мембрани Шнайдера (М) залежно від вибраних нами чинників обчислювалась за формулою 1:

$$M = \frac{1}{1+e^{-Z}} * 100\%, \quad (1)$$

де $e = 2,718...$ – основа натуральних логарифмів, Z – величина, обчислена за формулою 2:

$$Z = K + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n, \quad (2)$$

Теоретично М може мати значення від 0% (неможлива подія) до 100% (подія відбувається завжди). Встановлено, що за значення М від 0 до 50% у пацієнта низький ризик розвитку перфорації МШ, а за значення М 50% і більше в пацієнта високий ризик розвитку цієї патології.

Результати дослідження та їх обговорення. Перфорацію МШ діагностовано у 18,6% жінок та 24,5% чоловіків ($p > 0,05$). Середній вік пацієнтів контрольної групи (без перфорації) становив $43,14 \pm 10,09$ року, тоді як середній вік пацієнтів із діагностованою перфорацією МШ становив $39,40 \pm 6,99$ року ($p > 0,05$). Під час оцінки частоти перфорацій залежно від форми лицевого черепа пацієнта найбільша їх кількість була встановлена серед осіб із лептопрозопічною формою черепа (35,3%), тоді як у пацієнтів із мезопрозопічною формою ця патологія була діагностована у 15,0%, а з хамепрозопічною – у 11,1% випадків. Проте ці відмінності не були статистично значущими ($p > 0,05$). Дослідженням встановлено, що в пацієнтів, які мають хронічну звичку паління, втричі частіше ($p < 0,01$) спостерігалася перфорація МШ порівняно з пацієнтами, які не мають цієї звички (37,1% проти 12,3%).

До клініко-морфологічних характеристик, які були включені в аналіз факторів ризику виникнення перфорації МШ, увійшли: контур бухти гайморової пазухи (вузький, частково звужений, квадратний, неправильний або овальний), фенотип ясен (середній, товстий,

тонкий), клас септ гайморової пазухи (I–VI) (згідно з модифікованою класифікацією септ за Al-Faraje (2011), модифікованою Sigaroudi et al. (2017)), товщина бічної стінки гайморової пазухи (тип 1–3). Під час оцінки частоти виникнення перфорацій МШ встановлено, що найчастіше ($p < 0,01$) вони були діагностовані в пацієнтів із вузьким контуром бухти гайморової пазухи (66,7%). Дослідженням встановлено, що найчастіше ($p < 0,01$) перфорації мембрани виникали в пацієнтів із тонким фенотипом ясен (35,2%), тоді як у жодного пацієнта з товстим фенотипом не було виявлено цієї патології. Під час оцінки частоти виникнення досліджуваної патології залежно від класу септ гайморової пазухи встановлено, що найчастіше ($p > 0,05$) перфорації МШ виникали в пацієнтів з IV (44,4%), I (37,5%) та III (21,8%) класом септ. З'ясовано, що в разі першого типу товщини стінки гайморової пазухи перфорація мембрани виникала у 33,3% пацієнтів, другого типу – у 16,7% обстежених, тоді як у двох пацієнтів із третім типом не було діагностовано досліджуваної патології ($p > 0,05$). Встановлено, що з I та II типами товщини МШ вірогідно частіше було діагностовано її перфорацію порівняно з типом III та IV, що становило 56,5% та 35,3% відповідно до 3,2% та 0% ($p < 0,01$). За результатами дослідження впливу трьох типів використаних інструментів для проведення остеоперфорації та створення латерального «вікна» в зовнішній стінці верхньої щелепи під час синус-ліфтингу на частоту виникнення перфорації МШ статистично значущої різниці між ними встановлено не було ($p > 0,05$). Найчастіше перфорація слизової оболонки верхньощелепної пазухи траплялась у пацієнтів (у 32,3%), яким застосовано для сверління LS-рімер.

Таким чином, згідно з нашими дослідженнями, найбільший вплив на ризик виникнення перфорації МШ мають такі аналізовані чинники: вік (роки), форма черепа лептопрозопічна, товщина МШ, встановлена на конусній КТ (тип I), наявність шкідливих звичок (паління), наявність гіперплазії МШ, вузький контур бухти гайморової пазухи, наявність тонкого фенотипу ясен.

З-поміж досліджуваних факторів *превентивну дію* мають показники, за наявності яких у пацієнта зменшується ризик розвитку перфорації МШ. До них увійшли: вік, мезопрозопічна та хамепрозопічна форма черепа, а також II, III та IV типи товщини МШ, встановлені на конусній КТ.

До факторів *провокуючої дії* (за їх наявності в пацієнта зростає ризик розвитку перфорації МШ) увійшли: наявність шкідливих звичок (паління), наявність гіперплазії (поліпоз) МШ,

вузького контуру бухти гайморової пазухи та тонкого фенотипу ясен.

За допомогою методу логістичної регресії нами було виокремлено 10 найбільш *статистично значущих чинників*, які за поєднаної дії мають вірогідний вплив на виникнення перфорації МШ, а саме: вік (роки), форма черепа мезопрозопічна та хамепрозопічна, товщина МШ, встановлена на конусній КТ (типи II, III та IV), наявність шкідливих звичок (куріння), наявність гіперплазії МШ, вузький контур бухти гайморової пазухи, наявність тонкого фенотипу ясен. Усі наведені вище показники (превентивної та провокуючої дії), крім віку, були представлені в моделі оцінювання ризику як бінарні змінні, де наявність ознаки кодували значенням «1», а її відсутність – значенням «0».

Отже, з усіх досліджуваних факторів до моделі оцінювання ризику не увійшли два показники: лептопрозопічна форма черепа та товщина МШ – тип I, які мають найбільший вплив на виникнення перфорації МШ. За наявності в пацієнтів цих показників інші показники форми черепа та товщини МШ кодували значенням «0» відповідно.

Для кожного фактора було визначено коефіцієнт регресії щодо виникнення перфорації мембрани Шнайдера (табл. 1).

Отримана модель є достовірною ($p < 0,01$). Значення коефіцієнта Нагелькерке становить 61,79%. Можна стверджувати, що побудована нами модель добре пояснює зв'язок між ризиком перфорації МШ та незалежними змінними (факторами ризику, які включені в цю модель).

У процесі аналізу також було проведено основні діагностичні тести ефективності моделі (табл. 2).

Точність отримання прогнозу ризику перфорації мембрани Шнайдера становила 93,48%. Позитивне передбачуване значення – ймовірність виникнення перфорації МШ за отримання показника високого ризику (М дорівнює 50% або більше) становить 93,75%, відповідно негативне передбачуване значення (ймовірність відсутності перфорації МШ за отримання показника М менше за 50%) – 93,42%.

На основі отриманих показників регресії нами була змодельована формула для розрахунку вірогідності виникнення перфорації МШ (формула 2):

$$Z = 2,17 - 0,09 * X_1 - 1,50 * X_2 - 0,92 * X_3 - 1,46 * X_4 - 5,34 * X_5 - 20,71 * X_6 + 0,01 * X_7 + 2,89 * X_8 + 0,66 * X_9 + 2,15 * X_{10} \quad (2)$$

Подальше підставлення значень у формулу 1 дасть можливість встановити ймовірність ризику розвитку перфорації МШ. Зокрема: за

Таблиця 1

Фактори та їхні коефіцієнти регресії щодо ризику виникнення перфорації мембрани Шнайдера

№ з/п	Фактори	Умовне позначення	Коефіцієнти регресії (β_i)
1	Вік	X1	-0,09
2	Форма черепа Мезопрозопічна	X2	-1,50
3	Форма черепа Хамепрозопічна	X3	-0,92
4	Товщина МШ, встановлена на конусній КТ тип II	X4	-1,46
5	Товщина МШ, встановлена на конусній КТ тип III	X5	-5,34
6	Товщина МШ, встановлена на конусній КТ тип IV	X6	-20,71
7	Шкідливі звички (паління)	X7	0,01
8	Гіперплазія (поліпоз) МШ	X8	2,89
9	Вузкий контур бухти гайморової пазухи	X9	0,66
10	Тонкий фенотип ясен	X10	2,15
	Константа		2,17

Таблиця 2

Значення основних діагностичних тестів моделі прогнозування перфорації мембрани Шнайдера (%)

Точність	Позитивне передбачуване значення (PPV)	Негативне передбачуване значення (NPV)
93,48	93,75	93,42

значення М від 0 до 50% у пацієнта відмічати-
меться низький ризик розвитку перфорації МШ,
тоді як значення від 50% до 100% оцінюється як
високий ризик розвитку цієї патології.

Для кращого розуміння функціонування
запропонованої моделі наводимо клінічний при-
клад № 1. Пацієнт № 5

Відомо, що цей пацієнт – чоловік віком
35 років (X1 = 35), з лептопрозопічною формою
черепа (X2 = 0, X3 = 0), з I типом товщини МШ,
встановленої на конусній КТ (X4 = 0, X5 = 0, X6 = 0),
курець (X7 = 1), з наявними рентгенологічними
проявами хронічного гаймориту / гіперплазії
МШ (X8 = 1), з вузьким контуром бухти гайморо-
вої пазухи (X9 = 1) та з тонким фенотипом ясен
(X10 = 1). Підставивши дані у формулу 2 та фор-
мулу 1, отримаємо:

$$Z = 2,17 - 0,09 * 35 - 1,5 * 0 - 0,92 * 0 - 1,46 * 0 - 5,34 * 0 - 20,71 * 0 + 0,01 * 1 + 2,89 * 1 + 0,66 * 1 + 2,15 * 1 = 4,73$$

$$M = \frac{1}{1 + e^{-4,73}} * 100\% = 99,12\%$$

Тобто, виходячи з проведених розрахунків,
цей пацієнт має дуже високий ризик перфорації
МШ. Дані клінічного огляду підтвердили наяв-
ність у цього пацієнта перфорації МШ, тобто
наш прогноз підтверджено.

Приклад № 2. Пацієнт № 21

Відомо, що ця пацієнтка – жінка віком 35 років
(X1 = 35), з лептопрозопічною формою черепа
(X2 = 0, X3 = 0), з III типом товщини МШ, вста-
новленої на конусній КТ (X4 = 0, X5 = 1, X6 = 0), не
палить (X7 = 0), з відсутніми рентгенологічними
проявами хронічного гаймориту / гіперплазії
МШ (X8 = 0), з вузьким контуром бухти гайморо-
вої пазухи (X9 = 1) та з тонким фенотипом ясен
(X10 = 1).

Підставивши дані у формули 2 та 1, отрима-
ємо:

$$Z = 2,17 - 0,09 * 35 - 1,5 * 0 - 0,92 * 0 - 1,46 * 0 - 5,34 * 1 - 20,71 * 0 + 0,01 * 0 + 2,89 * 0 + 0,66 * 1 + 2,15 * 1 = -3,51$$

$$M = \frac{1}{1 + e^{3,51}} * 100\% = 2,90\%$$

Тобто, виходячи з проведених розрахунків,
ця пацієнтка має низький ризик перфорації
МШ. Подальше спостереження та клінічний
огляд показали, що в цієї пацієнтки не було
виявлено досліджуваної патології (перфорації
МШ), тобто наш прогноз підтверджено.

Результати клінічних досліджень Saquib
Abullais S. та співавторів [24] показали, що
в жінок спостерігалися статистично значущі

відмінності порівняно із чоловіками щодо показника товщини латеральної стінки верхньощелепної пазухи як у ділянці премалярів, так і в ділянці молярів ($p = 0,018$ та $p = 0,032$ відповідно). У групі осіб віком 40–49 років виявлено статистично значущі відмінності ($p = 0,021$) показника товщини слизової оболонки пазухи лише в ділянці премалярів. Також було встановлено статистично значущу різницю між показниками товщини слизової оболонки у ділянках премалярів та молярів. Насамкінець, у цьому дослідженні не виявлено статистично значущих відмінностей у показниках товщини слизової оболонки та товщини латеральної стінки між трьома групами, сформованими за типом обличчя. Ці автори роблять висновок, що типи обличчя не мають позитивної кореляції з товщиною слизової оболонки та товщиною латеральної стінки верхньощелепної пазухи.

Отже, хірургічних ускладнень можна уникнути завдяки глибокому розумінню будови щелепно-лицевої ділянки та належній ідентифікації анатомічних структур, характерних для верхньощелепної пазухи.

Результати клінічних досліджень Saquib Abullais S. та співавторів [24] показали, що в жінок є статистично значущі відмінності порівняно із чоловіками щодо товщини латеральної стінки верхньощелепної пазухи як у ділянці премалярів, так і в ділянці молярів ($p = 0,018$ та $p = 0,032$ відповідно). У цьому дослідженні не виявлено статистично значущих відмінностей у показниках товщини слизової оболонки верхньощелепних пазух і товщини латеральної стінки між клінічними групами, сформованими за типом обличчя. Автори роблять висновок, що вказані анатомічні показники прямо не корелюють між собою.

Alberto Monje та співавтори [25] стверджують, що товщина латеральної стінки гайморової пазухи має тенденцію до збільшення в напрямку від другого премаляра до другого моляра та на висоті від 5 до 15 мм. Вважають, що на товщину слизової оболонки дна верхньощелепної пазухи впливають наявність знімного протеза, присутність зубів, сусідніх із беззубим атрофованим гребенем, а також вік. Останнє твердження, на нашу думку, є дискусійним і потребує подальших наукових досліджень.

Mingyue Lu та співавтори [26] стверджують, що ризик перфорації цієї мембрани залежить від товщини латеральної стінки верхньощелепної пазухи. За товщини стінки ≥ 2 мм на рівні 4 мм корональніше дна пазухи частота перфорацій становила 56,4%, тоді як за товщини ≤ 1 мм вона знижувалася до 12,1%.

Перфорація МШ може виникнути, коли локальна напруга перевищує межу її розтяжності (середня напруга, що призводить до

перфорації, становить $7,3 \text{ Н}\cdot\text{мм}^{-3}$), цей показник тісно пов'язаний із фізіологічним станом і товщиною мембрани. Її потовщення через хронічне запалення може знижувати її еластичність і, як наслідок, зменшувати межу розтяжності та підвищувати ризик інтраопераційних ускладнень [27].

За результатами порівняння ефективності використання кісткових фрез Dentium Advanced Sinus Kit (DASK) і трепанаційної фрези (LS-рімера) з набору Sinus Lateral Approach (SLA) під час синус-ліфтингу латеральним доступом виявлено, що у групі хворих, де використовували трепанаційну фрезу SLA, було менше випадків перфорації МШ порівняно з клінічною групою, де застосовано фрези DASK. Різниця була статистично значущою [28]. Згідно з нашими клінічними спостереженнями, у разі застосування LS-рімерів під час трепанації тонких чи деформованих бокових стінок верхньощелепних пазух ризик ушкодження МШ є високим.

Висновки. 1. За результатами дослідження можна констатувати, що на появу перфорації мембрани Шнайдера впливає поєднана дія таких факторів: вік пацієнта, форма черепа, товщина МШ, встановлена на конусній КТ, паління, наявність гіперплазії МШ, контур бухти гайморової пазухи, фенотип ясен.

Зростання ризику виникнення перфорації МШ спостерігалось у пацієнтів, які мали лептопрозопічну форму черепа, товщину МШ, встановлену на конусній КТ (тип I), палили; мали рентгенологічні ознаки гіперплазії МШ; вузький контур бухти гайморової пазухи та тонкий фенотип ясен.

Превентивний вплив на ризик виникнення перфорації МШ здійснюють такі чинники: вік, мезопрозопічна та хакепрозопічна форми черепа, II, III та IV типи товщини МШ, встановленої на конусній КТ.

Для розроблення моделі оцінювання ризику виникнення перфорації МШ виокремлено 10 найбільш статистично значущих чинників за допомогою методу логістичної регресії, а саме: вік, форма черепа мезопрозопічна та хакепрозопічна, товщина МШ, встановлена на конусній КТ (типи II, III та IV), схильність до паління, наявність гіперплазії МШ, вузький контур бухти гайморової пазухи, наявність тонкого фенотипу ясен.

Розроблена нами модель дає можливість прогнозувати виникнення в пацієнтів перфорації мембрани Шнайдера з точністю 93,48%. Ця модель може бути використана лікарями-стоматологами та лікарями-отоларингологами для стратифікації пацієнтів за ризиком перфорації мембрани Шнайдера перед проведенням синус-ліфтингу. Її застосування дає змогу

своєчасно сформувати групи високого ризику та реалізувати комплекс профілактичних заходів, спрямованих на запобігання виникненню цього ускладнення.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів, що міг би вплинути на результати дослідження та їх інтерпретацію.

Джерело фінансування. Фінансування наукового дослідження проводиться видатками Державного бюджету України. Стаття є фрагментом планової науково-дослідної роботи кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії Державного некомерційного товариства «Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького»: «Удосконалення діагностично-лікувального процесу пацієнтів з запальними, травматичними ураженнями, дефектами та деформаціями щелепно-лицевої ділянки», номер державної реєстрації: 0125U000663, термін виконання: 2025–2029 рр., керівник – доктор медичних наук, професор Я.Е. Варес.

Дотримання етичних норм. Дослідження схвалене Комісією з питань етики та біоетики

Державного некомерційного товариства «Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького» Міністерства охорони здоров'я України (протокол № 3 від 18 березня 2024 р.).

Внесок кожного з авторів. Д. В. Касіян – підбір літературних джерел за темою роботи, участь у проведенні досліджень, аналіз отриманих даних та їх статистична обробка, написання статті. О. Я. Мокрик – формулювання мети роботи, проведення досліджень, аналіз отриманих даних та їх інтерпретація, редагування статті.

Інформацію про доступність первинних даних. У роботі використано результати власних експериментальних досліджень, що були систематизовані та проаналізовані авторами. Усі матеріали збережені в архіві дослідницької групи та можуть бути надані за обґрунтованим запитом до автора-кореспондента, з урахуванням етичних норм та правових обмежень.

Використання штучного інтелекту. Під час підготовки статті інструменти штучного інтелекту не використовувалися.

Список літератури

1. Perforation of the Schneiderian membrane during sinus floor elevation: a risk factor for long-term success of dental implants? / B. E. Beck-Broichsitter, M. Gerle, J. Wiltfang, S. T. Becker. *Oral and Maxillofacial Surgery*. 2020. Vol. 24. P. 151–156. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10006-020-00829-8>.
2. Risk factors for sinus membrane perforation during lateral window maxillary sinus floor elevation surgery: A retrospective study / Q. Shao, J. Li, R. Pu, Y. Feng, Z. Jiang, G. Yang. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2021. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1111/cid.13052>.
3. Розробка діагностичного алгоритму профілактики ускладнень операції субантральної пластики / О. В. Юристовський, О. О. Гудар'ян. *Вісник стоматології*. 2023. Том. 47 (122). С. 113–120. DOI: <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2023-47-1.19>.
4. Correlation between Schneiderian membrane perforation and sinus lift graft outcome: a retrospective evaluation of 359 augmented sinus / P. J. Nolan, K. Freeman, R. A. Kraut. *Oral Maxillofac Surg*. 2014. Vol. 72 (1). P. 47–52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joms.2013.07.020>.
5. Risk Factors of Membrane Perforation and Postoperative Complications in Sinus Floor Elevation Surgery: Review of 407 Augmentation Procedures / L. Schwarz, V. Schiebel, M. Hof, C. Ulm, G. Watzek, B. Pommer. *J Oral Maxillofac Surg*. 2015. Vol. 73. P. 1275–1282. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joms.2015.01.039>.
6. Classification of Sinus Membrane Perforations Occurring During Transcrestal Sinus Floor Elevation and Related Treatment / L. Tavelli, A. E. Borgonovo, M. H. Saleh, A. Ravidà, H-L. Chan, H-L. Wang. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2020. Vol. 40 (1). P. 111–118. DOI: <https://doi.org/10.11607/prd.3602>.
7. Possible risk factors of sinus membrane perforation during sinus floor elevation: A retrospective study / G. Ustaoglu, D. G. Bulut, K. C. Gumus. *Annals of Medical Research*. 2021. Vol. 28 (7). P. 1315–20. DOI: <https://doi.org/10.5455/annalsmedres.2020.05.524>.
8. Визначення особливостей контурів дна верхньощелепних пазух у пацієнтів із різною формою лицевого скелета під час підготовки до операції відкритого синус-ліфтингу / О. Я. Мокрик, І. С. Сороківський, О. В. Ружицька, Н. І. Лещишин, Д. В. Касіян. *Via stomatologiae*. 2024. Том. 1(2). С. 16–24. DOI: <https://doi.org/10.32782/3041-1394.2024-2.2>.
9. Correlation between periodontal phenotype and sinus membrane thickness: A systematic review / L. Díaz, S. Fan, P. Urrutia, X. Uriarte, I. Fodich, A. Torres, G. Sáenz-Ravello. *Clinical Oral Implants Research*. 2023. Vol. 34 (9). P. 881–891. DOI: <https://doi.org/10.1111/clr.14121>.
10. Correlation Between Gingival Phenotype and Schneiderian Membrane Thickness / M. Aimetti, G. Massei, M. Morra, E. Cardesi, F. Romano. *J. Oral maxillofac implants*. 2008. Vol. 23. P. 1128–1132. PMID: 19216284.
11. Correlation of gingival phenotype and schneiderian membrane thickness: A cross-sectional study / Z. D. Kajan, D. Maleki, B. A. Soleimani, M. Malekzadeh. *Eur J Gen Dent*. 2020. Vol. 9. P. 170–3. DOI: https://doi.org/10.4103/ejgd.ejgd_66_20.
12. Schneiderian Membrane Thickness and Clinical Implications for Sinus Augmentation: A Systematic Review and Meta-Regression Analyses / A. Monje, K. T. Diaz, L. Aranda, A. Insua, A. Garcia-Nogales, H-L. Wang. *J. Periodontol*. 2016. Vol. 87 (8). P. 888–99. DOI: <https://doi.org/10.1902/jop.2016.160041>.

13. Comparative Assessment of Schneiderian Membrane Thickness in Smokers and Non-smokers Using Cone-Beam Computed Tomography: An Observational Study / P. Karande, J. Thakuria, A.P. Sinha, V. Karande, S. Asthana, S. Gupta. *Cureus*. 2025. Vol. 17 (3). P. e81481. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.81481>.
14. The Incidence of Membrane Perforation During Sinus Floor Elevation Using Sonic Instruments: A Series of 40 Cases / D.S. Weitz, A. Geminiani, D.E.V. Papadimitriou, C. Ercoli, J.G. Caton. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2014. Vol. 34. P. 105–112. DOI: <https://doi.org/10.11607/prd.1387>.
15. Review on evaluation of using piezoelectric ultrasound surgery versus conventional technique in sinus lifting procedure / M. NG EL-Hak, M.S. Hamed, A.A. Elswiefy. *Journal of Clinical Images and Medical Case Reports*. 2023. Vol. 4 (9). P. 2590. DOI: <https://doi.org/10.52768/2766-7820/2590>.
16. Risk Factor Analysis Affecting Sinus Membrane Perforation During Lateral Window Maxillary Sinus Elevation Surgery / S. Krennmair, M. Malek, T. Forstner, G. Krennmair, M. Weinländer, S. Hunger. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2020. Vol. 35 (4). P. 789–798. DOI: <https://doi.org/10.11607/jomi.7916>.
17. Trivedi H., Azam A., Tandon R., Chandra P., Kulshrestha R., Gupta A. Correlation between morphological facial index and canine relationship in adults—An anthropometric study / H. Trivedi, A. Azam, R. Tandon, P. Chandra, R. Kulshrestha, A. Gupta. *J. Orofac Sci*. 2017. Vol. 9 (1). P. 16–21. DOI: https://doi.org/10.4103/jofs.jofs_50_16.
18. New classification of maxillary sinus contours and its relation to sinus floor elevation surgery / L. Niu, J. Wang, H. Yu, L. Qiu. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2018. Vol. 20 (4). P. 493–500. DOI: <https://doi.org/10.1111/cid.12606>.
19. Surgical complications in oral implantology: etiology, prevention, and management / L. Al-Faraje Hanover Park: Quintessence. 2011. 248 p. ISBN 978-0-86715-506-8.
20. Frequency of different maxillary sinus septal patterns found on cone-beam computed tomography and predicting the associated risk of sinus membrane perforation during sinus lifting / A. Khalighi Sigaroudi, Z. Dalili Kajan, S. Rastgar, H. Neshandar Asli. *Imaging Sci Dent*. 2017. Vol. 47 (4). P. 261–267. DOI: <https://doi.org/10.5624/isd.2017.47.4.261>.
21. Evaluation of the Posterior Superior Alveolar Artery Prior to Sinus Floor Elevation via Lateral Window Technique: A Cone-Beam Computed Tomography Study / E. Bedeloğlu, M. Yalçın. *Journal of Advanced Oral Research*. 2020. Vol. 11 (2). P. 215–223. DOI: <https://doi.org/10.1177/2320206820940463>.
22. Schneider membrane thickness classification evaluated by cone-beam computed tomography and its importance in the predictability of perforation. Retrospective analysis of 200 patients / M. Rapani, C. Rapani, L. Ricci. *J Oral Maxillofac Surg*. 2016. Vol. 54 (10). P. 1106–1110. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2016.08.003>.
23. Gingival phenotype determination: Cutoff values, relationship between gingival and alveolar crest bone thickness at different landmarks / H. Zhao, L. Zhang, H. Li, A. Hieawy, Y. Shen, H. Liu. *J Dent Sci*. 2023. Vol. 18 (4). P. 1544–1552. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jds.2023.03.003>.
24. Radiographic assessment of maxillary sinus membrane and lateral wall thickness using cone-beam CT in different facial types in southwestern Saudi Arabia / S. Saquib Abullais, S. M. AlQahtani, S. Alqahtani [et al.]. *PLoS ONE*. 2024. Vol. 19 (3). P. e0298403. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal>.
25. Maxillary Sinus Lateral Wall Thickness and Their Morphologic Patterns in the Atrophic Posterior Maxilla / A. Monje, A. Catena, F. Monje, R. González-García. *The Journal of Periodontology*. 2013. Vol. 85 (5). P. 676–682. DOI: <https://doi.org/10.1902/jop.2013.130392>.
26. Maxillary sinus floor augmentation: a review of current evidence on anatomical factors and a decision tree / L. Mingyue, X. Dingyi, Z. Xiaohan, Y. Quan. *International Journal of Oral Science*. 2023. Vol. 15. P. 41. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41368-023-00248-x>.
27. Preoperative chronic sinusitis as significant cause of postoperative infection and implant loss after sinus augmentation from a lateral approach / A. Kozuma, M. Sasaki, K. Seki, T. Toyoshima, H. Nakano, Y. Mori. *Oral Maxillofac Surg*. 2017. Vol. 21 (2). P. 193–200. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10006-017-0611-8>.
28. Comparative Study of Using DASK System versus Trephine Bur SLA in Lateral Sinus Lifting Window Approach with Simultaneous Implant Placement / A.M. Ibrahim Saif, H. El-Dein Mohammed Ali, A. Omar Ahmed. *Journal of Hunan University*. 2024. Vol. 51 (8). P. 126–134. DOI: <https://doi.org/10.55463/issn.1674-2974.51.8.10>.

References

1. Beck-Broichsitter, B. E., Gerle, M., Wiltfang, J., & Becker, S. T. (2020). Perforation of the Schneiderian membrane during sinus floor elevation: A risk factor for long-term success of dental implants? *Oral and Maxillofacial Surgery*, 24, 151–156. <https://doi.org/10.1007/s10006-020-00829-8>.
2. Shao, Q., Li, J., Pu, R., Feng, Y., Jiang, Z., & Yang, G. (2021). Risk factors for sinus membrane perforation during lateral window maxillary sinus floor elevation surgery: A retrospective study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 1–9. <https://doi.org/10.1111/cid.13052>.
3. Yurystovskiy, O. V., & Hudarian, O. O. (2023). Rozrobka diahnostychnoho alhorytmu profilaktyky uskladnen operatsii subantralnoi plastyky [Development of a diagnostic algorithm for prevention of complications of subantral augmentation surgery]. *Visnyk stomatologii*, 47(122), 113–120. <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2023-47-1.19>.
4. Nolan, P. J., Freeman, K., & Kraut, R. A. (2014). Correlation between Schneiderian membrane perforation and sinus lift graft outcome: A retrospective evaluation of 359 augmented sinus. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 72(1), 47–52. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2013.07.020>.
5. Schwarz, L., Schiebel, V., Hof, M., Ulm, C., Watzek, G., & Pommer, B. (2015). Risk factors of membrane perforation and postoperative complications in sinus floor elevation surgery: Review of 407 augmentation procedures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 73, 1275–1282. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2015.01.039>.
6. Tavelli, L., Borgonovo, A. E., Saleh, M. H., Ravidà, A., Chan, H.-L., & Wang, H.-L. (2020). Classification of sinus membrane perforations occurring during transcrestal

- sinus floor elevation and related treatment. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 40(1), 111–118. <https://doi.org/10.11607/prd.3602>.
7. Ustaoglu, G., Bulut, D. G., & Gumus, K. C. (2021). Possible risk factors of sinus membrane perforation during sinus floor elevation: A retrospective study. *Annals of Medical Research*, 28(7), 1315–1320. <https://doi.org/10.5455/annalsmedres.2020.05.524>.
 8. Mokryk, O. Ya., Sorokivskyi, I. S., Ruzhytska, O. V., Leshchyshyn, N. I., & Kasiian, D. V. (2024). Vyznachennia osoblyvostei konturiv dna verkhnioshchelepnykh pazukh u patsientiv iz riznoi formoi lycevoho skeleta pid chas pidgotovky do operatsii vidkrytoho sinus-liftinhu [Determination of the features of maxillary sinus floor contours in patients with different facial skeletal types during preparation for open sinus lift surgery]. *Via Stomatologiae*, 1(2), 16–24. <https://doi.org/10.32782/3041-1394.2024-2.2>.
 9. Díaz, L., Fan, S., Urrutia, P., Uriarte, X., Fodich, I., Torres, A., & Sáenz-Ravello, G. (2023). Correlation between periodontal phenotype and sinus membrane thickness: A systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, 34(9), 881–891. <https://doi.org/10.1111/clr.14121>.
 10. Aimetti, M., Massei, G., Morra, M., Cardesi, E., & Romano, F. (2008). Correlation between gingival phenotype and Schneiderian membrane thickness. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 23, 1128–1132. PMID: 19216284.
 11. Kajan, Z. D., Maleki, D., Soleimani, B. A., & Malekzadeh, M. (2020). Correlation of gingival phenotype and Schneiderian membrane thickness: A cross-sectional study. *European Journal of General Dentistry*, 9, 170–173. https://doi.org/10.4103/ejgd.ejgd_66_20.
 12. Monje, A., Diaz, K. T., Aranda, L., Insua, A., Garcia-Nogales, A., & Wang, H.-L. (2016). Schneiderian membrane thickness and clinical implications for sinus augmentation: A systematic review and meta-regression analyses. *Journal of Periodontology*, 87(8), 888–899. <https://doi.org/10.1902/jop.2016.160041>.
 13. Karande, P., Thakuria, J., Sinha, A. P., Karande, V., Asthana, S., & Gupta, S. (2025). Comparative assessment of Schneiderian membrane thickness in smokers and non-smokers using cone-beam computed tomography: An observational study. *Cureus*, 17(3), e81481. <https://doi.org/10.7759/cureus.81481>.
 14. Weitz, D. S., Geminiani, A., Papadimitriou, D. E. V., Ercoli, C., & Caton, J. G. (2014). The incidence of membrane perforation during sinus floor elevation using sonic instruments: A series of 40 cases. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 34, 105–112. <https://doi.org/10.11607/prd.1387>.
 15. Ng El-Hak, M., Hamed, M. S., & Elswiefy, A. A. (2023). Review on evaluation of using piezoelectric ultrasound surgery versus conventional technique in sinus lifting procedure. *Journal of Clinical Images and Medical Case Reports*, 4(9), 2590. <https://doi.org/10.52768/2766-7820/2590>.
 16. Krennmair, S., Malek, M., Forstner, T., Krennmair, G., Weinländer, M., & Hunger, S. (2020). Risk factor analysis affecting sinus membrane perforation during lateral window maxillary sinus elevation surgery. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 35(4), 789–798. <https://doi.org/10.11607/jomi.7916>.
 17. Trivedi, H., Azam, A., Tandon, R., Chandra, P., Kulshrestha, R., & Gupta, A. (2017). Correlation between morphological facial index and canine relationship in adults – An anthropometric study. *Journal of Orofacial Sciences*, 9(1), 16–21. https://doi.org/10.4103/jofs.jofs_50_16.
 18. Niu, L., Wang, J., Yu, H., & Qiu, L. (2018). New classification of maxillary sinus contours and its relation to sinus floor elevation surgery. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 20(4), 493–500. <https://doi.org/10.1111/cid.12606>.
 19. Al-Faraje, L. (2011). *Surgical complications in oral implantology: Etiology, prevention, and management*. Quintessence. ISBN 978-0-86715-506-8.
 20. Khalighi Sigaroudi, A., Dalili Kajan, Z., Rastgar, S., & Neshandar Asli, H. (2017). Frequency of different maxillary sinus septal patterns found on cone-beam computed tomography and predicting the associated risk of sinus membrane perforation during sinus lifting. *Imaging Science in Dentistry*, 47(4), 261–267. <https://doi.org/10.5624/isd.2017.47.4.261>.
 21. Bedeloğlu, E., & Yalçın, M. (2020). Evaluation of the posterior superior alveolar artery prior to sinus floor elevation via lateral window technique: A cone-beam computed tomography study. *Journal of Advanced Oral Research*, 11(2), 215–223. <https://doi.org/10.1177/2320206820940463>.
 22. Rapani, M., Rapani, C., & Ricci, L. (2016). Schneider membrane thickness classification evaluated by cone-beam computed tomography and its importance in the predictability of perforation: Retrospective analysis of 200 patients. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 54(10), 1106–1110. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2016.08.003>.
 23. Zhao, H., Zhang, L., Li, H., Hieawy, A., Shen, Y., & Liu, H. (2023). Gingival phenotype determination: Cutoff values, relationship between gingival and alveolar crest bone thickness at different landmarks. *Journal of Dental Sciences*, 18(4), 1544–1552. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2023.03.003>.
 24. Saquib Abullais, S., AlQahtani, S. M., Alqahtani, S., et al. (2024). Radiographic assessment of maxillary sinus membrane and lateral wall thickness using cone-beam CT in different facial types in southwestern Saudi Arabia. *PLoS ONE*, 19(3), e0298403. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0298403>.
 25. Monje, A., Catena, A., Monje, F., & González-García, R. (2014). Maxillary sinus lateral wall thickness and their morphologic patterns in the atrophic posterior maxilla. *Journal of Periodontology*, 85(5), 676–682. <https://doi.org/10.1902/jop.2013.130392>.
 26. Mingyue, L., Dingyi, X., Xiaohan, Z., & Quan, Y. (2023). Maxillary sinus floor augmentation: A review of current evidence on anatomical factors and a decision tree. *International Journal of Oral Science*, 15, 41. <https://doi.org/10.1038/s41368-023-00248-x>.
 27. Kozuma, A., Sasaki, M., Seki, K., Toyoshima, T., Nakano, H., & Mori, Y. (2017). Preoperative chronic sinusitis as significant cause of postoperative infection and implant loss after sinus augmentation from a lateral approach. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 21(2), 193–200. <https://doi.org/10.1007/s10006-017-0611-8>.
 28. Ibrahim Saif, A. M., El-Dein Mohammed Ali, H., & Omar Ahmed, A. (2024). Comparative study of using DASK system versus trephine bur SLA in lateral sinus lifting window approach with simultaneous implant placement. *Journal of Hunan University*, 51(8), 126–134. <https://doi.org/10.55463/issn.1674-2974.51.8.10>.