

© Д. В. Касіян, О. Я. Мокрик

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

e-mail: d.kasiyan@gmail.com

Оцінка факторів ризику перфорації мембрани Шнайдера та підходи до їх усунення під час відкритого синус-ліфтингу (огляд літератури)

ІНФОРМАЦІЯ

Надійшла до редакції/Received:
10.02.2023 р.

Ключові слова: фактори ризику; синус-ліфтинг; перфорація мембрани Шнайдера.

АНОТАЦІЯ

Резюме. У статті розглянуто фактори ризику, що можуть мати потенційний вплив на виникнення інтра- та післяопераційних ускладнень під час проведення процедури відкритого синус-ліфтингу, найпоширенішим із яких є перфорація мембрани Шнайдера.

Мета дослідження – проаналізувати сучасні літературні дані щодо оцінки можливих ризиків перфорації мембрани Шнайдера та підходи до їх усунення під час проведення операції відкритого синус-ліфтингу.

Матеріали і методи. У дослідженні використано аналітичний та бібліосемантичний методи. Пошук наукової інформації щодо дослідної медичної тематики проводився в базах даних пошукових систем: електронної бібліотеки авторефератів, дисертацій ресурсу Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського, PubMed, Medline, MedNet, Embase, BMJ Group, Free Medical Journals, Free Medical Book, Scirus.

Результати досліджень та їх обговорення. Аналіз літературних публікацій свідчить про те, що до потенційних факторів ризику перфорації мембрани Шнайдера при проведенні операції відкритого синус-ліфтингу належать анатомічні особливості щелепно-лицевої ділянки людини, недосконала техніка хірургічного втручання, наявність шкідливих звичок та супутніх захворювань.

Висновки. Детальний анамнез захворювання пацієнта, передопераційне виявлення анатомічних особливостей його верхньощелепної пазухи з використанням комп'ютерної томографії, застосування малоінвазивних новітніх методів та технологій хірургічного втручання дозволяють мінімізувати виникнення інтрахірургічних та післяопераційних ускладнень, пов'язаних із процедурою синус-ліфтингу.

Вступ. Процедура відкритого синус-ліфтингу є методом збільшення кісткової тканини, необхідної для відповідного розміщення імплантата в задній частині верхньої щелепи у випадках, коли кількість власної кісткової тканини пацієнта обмежена. Під час проведення остеотомії можуть виникнути інтра- та післяопераційні ускладнення, найпоширенішим із яких є перфорація мембрани Шнайдера (слизової оболонки верхньощелепної пазухи) [1–5], частота випадків якої, за даними літератури, коливається від 7 до 60 % [3, 6–9].

Крім місцевих ускладнень, пов'язаних із хірургією ротової порожнини (набряк, гематома, кровотеча), існують специфічні ускладнення процедур відкритого підняття пазухи, що можуть поставити під загрозу життєздатність імплантатів та спричинити значний дискомфорт для пацієнта [1]. Численні дослідження вказують на різні фактори ризику, такі, як несприятливі анатомічні особливості щелепно-лицевої ділянки у деяких пацієнтів, погіршеності під час проведення хірургічного втручання [1, 3, 4, 10], наявність шкідливих

звичок [3, 4, 11] та супутніх захворювань у пацієнтів, які можуть мати потенційний вплив на виникнення перфорації мембрани Шнайдера при проведенні операції відкритого синус-ліфтингу, збільшення післяопераційних ускладнень [2, 4].

Метою дослідження було проаналізувати сучасні літературні дані щодо оцінки можливих ризиків перфорації мембрани Шнайдера та підходи до їх усунення під час проведення операції відкритого синус-ліфтингу.

Матеріали і методи. У дослідженні використано аналітичний та бібліосемантичний методи. Пошук наукової інформації щодо дослідної медичної тематики проводили в базах даних пошукових систем: електронної бібліотеки авторефератів, дисертацій ресурсу Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського, PubMed, Medline, MedNet, Embase, BMJ Group, Free Medical Journals, Free Medical Book, Scirus.

Результати досліджень та їх обговорення. Надійність хірургічного втручання при встановленні імплантата в задній частині верхньої щелепи залежить від деталей знання анатомії верхньощелепної пазухи та усвідомлення можливих факторів ризику, що можуть вплинути на результат операції [4]. Успіх дентальної імплантації пов'язаний із наявністю адекватного об'єму кісткової тканини [12]. При його недостатку, для створення оптимального імплантаційного простору часто проводять операції синус-ліфтингу. Ці процедури можуть супроводжуватися інтра- та післяопераційними ускладненнями, появою дискомфорту в пацієнтів [1]. Найпоширенішим інтраопераційним ускладненням під час операції відкритого синус-ліфтингу є перфорація мембрани Шнайдера [2–5]. Повідомлення про перфорацію синусової оболонки під час хірургічного втручання у літературі коливаються від 7 до 60 % [3, 6–9, 13]. Клініцисти оцінюють частоту перфорації приблизно в 25 % при використанні звичайних ротаційних інструментів [1, 4, 5], тому хірурги повинні передбачити це ускладнення та бути готовими до його інтраопераційного усунення [12].

Здорова мембрана Шнайдера – сірувато-білого кольору, зі слідами кровоносних судин. Під час процедури синус-ліфтингу мембрана повинна залишатися неушкодженою, щоб забезпечити герметичність транспланта-та [11]. Синусова оболонка має вирішальне значення для успішної інтеграції матеріалів трансплантації та отримання високих показників

життєздатності імплантатів [14]. Тим не менше, перфорація мембрани Шнайдера є загальним недоліком хірургії синус-ліфтингу [12].

Дані досліджень [15] свідчать, що рівень успішності приживання імплантатів значно вищий у випадках відсутності перфорації при хірургічному втручанні та становить 100 %, тоді як за наявності перфорації – 69,56 %. На думку цих авторів, навіть після корекції перфорації синусової мембрани рівень успішності імплантації зменшується.

Інші автори [16–18] стверджують, що при адекватному усуненні перфорації мембрани Шнайдера під час проведення операції дане ускладнення не ставить під загрозу показники успішності трансплантації чи імплантації.

Існує велика літературна база стосовно методів закриття перфорованих мембран Шнайдера [4, 10, 12, 20–24]. Знання точного розміру перфорації синусової мембрани має важливе значення для прийняття рішення щодо правильного плану лікування [2]. Невеликі перфорації зазвичай не потребують оперативної корекції та можуть самостійно відновлюватися за допомогою згортання мембрани. Великі перфорації вимагають закриття шляхом хірургічного втручання з використанням біоабсорбуючих мембран чи біологічних клеїв [24]. У випадках наявності дуже великих перфорацій необхідно відмовитися від подальшого підняття синуса та дозволити мембрані пазухи загоїтися. Клініцисти підтверджують, що повторна процедура може розглядатися не раніше, ніж через 6–8 тижнів після першої хірургічної спроби [4, 24].

У літературі описано різноманітні фактори ризику, що можуть мати потенційний вплив на виникнення перфорації мембрани Шнайдера, збільшення післяопераційних ускладнень та виживання імплантата під час проведення хірургічної процедури відкритого синус-ліфтингу [2–4, 10, 25].

Ускладнювати процедуру відкритого синус-ліфтингу можуть анатомічні особливості верхньощелепної пазухи пацієнта, такі, як наявність синусових перегородок, знижена залишкова висота кістки, зменшена товщина та еластичність мембрани, вузькі синуси та гострі кути відкриття пазух [3, 4, 24, 26].

На думку деяких авторів [3, 4, 13, 26, 27], факторами ризику перфорації мембрани Шнайдера під час процедур синус-ліфтингу є наявність синусових перегородок та їх розміри. Перегородки верхньощелепної пазухи, які вперше описав A. S. Underwood. у 1910 р. [28], зазвичай

виникають із дна пазухи та можуть розтягуватися на певну висоту. Неповні перегородки ділять дно пазухи на множинні відділи, відомі як заглиблення, тоді як повні перегородки можуть перетинати пазуху на менші синуси. Ці утворення можуть розташовуватися в передній, середній чи задній частині верхньощелепної пазухи, демонструючи велику варіабельність [24]. Частота виникнення перегородок коливається від 16 до 58 % із середнім показником близько 30 % [4, 29].

Наявність перегородок дна пазухи та їх розміри визначають форму остеотомії. Короткі перегородки не мають серйозного впливу на проведення процедури відкритого синус-ліфтингу. Наявність високих перегородок може завдавати труднощів та подовжити час хірургічного втручання [24]. Для боротьби із цією потенційною проблемою у літературі описані різні хірургічні підходи [28–31].

На думку авторів [3, 26], низька залишкова висота кістки (<6 мм) пов'язана із підвищеним ризиком перфорації синусової оболонки, що може негативно вплинути на успіх життєздатності трансплантата. Проте інші дослідники [32–34] не виявили статистично значущого зв'язку між зниженням залишкової висоти кістки та перфорацією синусової мембрани.

S. Eljan and K. Barakat у своїх дослідженнях роблять висновок, що перфорація мембрани залежить від товщини оболонки пазухи та її еластичності. Автори [36, 37] описали механічні властивості мембрани Шнайдера у дослідженнях [36], більш товсті мембрани продемонстрували значно більшу здатність розтягуватися під час підйому (до 132,6 % від початкового розміру), а також проявили більшу міцність та меншу схильність до перфорації порівняно з тонкими мембранами. T. Testori [4] повідомляє, що рівень перфорації синусової оболонки становив 41 % при товщині мембрани <1,5 мм і 16,6 % – при товщині $\geq 1,5$ мм.

Проте різні патології можуть потовщувати оболонку через запальний процес. Хвора потовщена оболонка може мати драглисту структуру, особливо у випадках гіперпластично-гіпертрофічного синуситу, що робить мембрану слабшою та схильною до перфорації під час хірургічного втручання [4].

Анатомічні особливості, такі, як вузькі синуси та гострі кути відкриття пазух також були визнані факторами ризику перфорації мембрани Шнайдера [11]. У ретроспективно-

му дослідженні [38] з використанням комп'ютерної томографії було показано, що частота перфорації пов'язана із шириною синуса (специфічний кут між медіальною та латеральною стінками на дні синуса). При цьому частота перфорацій становила 62,5 % для вузької передньої частини пазухи із кутом <30°, 28,6 % – для ширшої середньої частини пазухи із кутом 30–60° і 0 % – для найширшої задньої частини із кутом >60°.

Наявність кіст верхньощелепної пазухи може підвищити ризик перфорації, і тому вважається абсолютним протипоказанням для процедури трансплантації пазухи, враховуючи підвищену ймовірність інфікування трансплантата з перфорацією мембрани Шнайдера [9].

Отже, анатомічні особливості верхньощелепної пазухи повинні бути відомими до моменту хірургічного втручання для уникнення розриву мембрани Шнайдера та мінімізації ускладнень під час операції. На сьогодні комп'ютерна томографія є кращим методом передопераційного виявлення анатомічних змін у пацієнтів [4, 29].

Перфорація синусової оболонки може виникнути через погрішності у техніці оперативного втручання, в результаті чого виникає неконтрольований тиск на мембрану, а також у результаті використання невідповідних хірургічних інструментів [3,10]. Під час остеотомії широко використовують ротаційні ручні інструменти, оскільки це швидкий та доступний у більшості клінік метод [1]. Однак, згідно з повідомленнями [39], ця хірургічна техніка супроводжується найвищими показниками перфорації синусової оболонки з частотою до 32 %.

П'єзоелектричні пристрої пропагують як удосконалені інструменти, які використовують ультразвукові хвилі для розрізання кісткової тканини і зменшують ризик розриву мембрани Шнайдера під час остеотомії. Частота перфорацій мембрани при застосуванні п'єзоелектричних пристроїв, про які повідомляється в літературі, коливається від 3,6 до 8 % [2, 13, 40, 41].

На процедури синус-ліфтингу може вплинути низка поведінкових факторів, що впливають на нормальну фізіологію верхньощелепної пазухи. Тютюнокуріння є добре відомим фактором ризику приживання імплантата та може зашкодити загоєнню ран [3, 4, 11]. У курців мембрана Шнайдера може бути атрофованою, надзвичайно тонкою і крихкою навіть від

найменшого дотику [11]. Результати ретроспективного дослідження життєздатності встановлених імплантатів трансплантованих синусів показали, що викурювання більше 15 сигарет на день корелює із відторгненням імплантатів [4].

Якщо дефект перфорації не лікувати, це може призвести до розвитку подальших післяопераційних ускладнень, таких, як інфекції пазух, втрата матеріалу кісткового трансплантата та зменшення частоти приживання імплантата [12]. Згідно з повідомленнями [3], за наявності перфорації мембрани Шнайдера у пацієнтів збільшується ймовірність післяопераційного синуситу через бактерійне зараження трансплантата або його міграцію у порожнину пазухи.

Щоб звести до мінімуму виникнення інтрахірургічних та післяопераційних ускладнень, рекомендують ретельно перевірити стан здоров'я пацієнта для виявлення будь-яких наявних раніше патологій, що можуть призвести до підвищеного ризику небажаних подій [1]. Тому вкрай важливо зібрати повний анамнез потенційних захворювань та симптомів, сумісних із патологією верхньощелепної пазухи, таких, як інфекції носових пазух, алергічні симптоми, хронічні респіраторні захворювання, порушення носового дихання, головний біль, деформації обличчя тощо. При потребі необхідна консультація оториноларинголога [4, 42].

Детальний анамнез разом із ретельним рентгенографічним та клінічним обстеженнями є важливими перед будь-яким видом регенеративної аугментації кістки, що включає гайморову пазуху. Комп'ютерна томографія вважається основним інструментом для оцінки анатомії верхньощелепної пазухи. Крім то-

го, рекомендується використовувати хірургічну техніку, яка найбільше підходить для конкретних випадків з урахуванням досвіду та навичок хірурга, безпечні й менш інвазивні для пацієнта технології, які б зменшили частоту ускладнень, пов'язаних із процедурами синус-ліфтингу [1, 4].

Висновки. Результати аналізу літературних публікацій показують, що певні анатомічні особливості щелепно-лицевої ділянки людини, недосконала техніка хірургічного втручання, наявність шкідливих звичок та супутніх захворювань можуть підвищувати ризик перфорації мембрани Шнайдера при проведенні операції відкритого синус-ліфтингу, поставити під загрозу життєздатність імплантатів, сприяти збільшенню післяопераційних ускладнень та спричинити значний дискомфорт для пацієнта.

Для мінімізації виникнення інтрахірургічних та післяопераційних ускладнень, пов'язаних із процедурою синус-ліфтингу, рекомендується зібрати детальний анамнез захворювань пацієнта, провести передопераційне виявлення анатомічних особливостей його верхньощелепної пазухи з використанням комп'ютерної томографії, застосовувати безпечні, менш інвазивні новітні методи та технології, що підвищують ефективність та безпеку хірургічного втручання.

Робота є фрагментом НДР кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького «Удосконалення та впровадження методів реконструктивно-відновлювальних операцій та регенеративних технологій у щелепно-лицевій ділянці» (державна реєстрація № 0120U002134).

©D. V. Kasiyan, O. Ya. Mokryk

Danylo Halytsky Lviv National Medical University

Assessment of risk factors for schneiderian membrane perforation and approaches to their elimination during open sinus surgery (literature review)

Summary. The risk factors that may have a potential impact on the occurrence of intra- and postoperative complications during the open sinus lifting procedure, in particular on the appearance of one of the most common complications - perforation of the Schneiderian membrane, are discussed in the article.

The aim of the study – analyze scientific articles to assess the possible risks of Schneiderian membrane perforation and approaches to their elimination during open sinus lifting surgery.

Materials and Methods. Scientific information on the research topic was obtained from the resources of search engines: the electronic library of abstracts and dissertations of Vernadsky V.I. National Library of Ukraine, PubMed, Medline, MedNet, Embase, BMJ Group, Free Medical Journals, Free Medical Book, Scirus.

Results and Discussion. The analysis of literature publications shows that the potential risk factors for perforation of Schneiderian membrane during open sinus lifting surgery include anatomical features of the maxillofacial region, imperfect surgical technique, the presence of bad habits and comorbidities.

Conclusions. A detailed anamnesis of the patient's disease, preoperative detection of the anatomical features of their maxillary sinus by using computed tomography, the use of minimally invasive new methods and technologies of surgical intervention will minimize intraoperative and postoperative complications associated with the sinus lifting procedure.

Key words: risk factors; sinus lifting; perforation of Schneiderian membrane.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Complications in sinus lifting procedures: classification and management / A. Molina, I. Sanz-Sánchez, I. Sanz-Martín [et al.] // *Periodontology* 2000. – 2022. – Vol. 88 (1). – P. 103–115.
2. Management of Schneiderian membrane perforations during maxillary sinus floor augmentation with lateral approach in relation to subsequent implant survival rates: a systematic review and meta-analysis / L. A. Diaz-Olivares, J. Cortes-Breton Brinkmann, N. Martinez-Rodriguez [et al.] // *International Journal of Implant Dentistry*. – 2021. – No 7 (91). – P. 1–13.
3. Risk factors of membrane perforation and postoperative complications in sinus floor elevation surgery: review of 407 augmentation procedures / L. Schwarz, V. Schiebel, M. Hof [et al.] // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2015. – Vol. 73 (7). – P. 1275–1282.
4. Risk factors in lateral window sinus elevation surgery / T. Testori, T. Weinstein, S. Taschieri, S. S. Wallace // *Periodontology* 2000. – 2019. – Vol. 81 (1). – P. 91–123.
5. 15-year retrospective study on the success rate of maxillary sinus augmentation and implants: influence of bone substitute type, presurgical bone height, and membrane perforation during sinus lift / V. H. Jamcoski, F. Faot, R. M. Marcello-Machado [et al.] // *BioMed Research International*. – 2023. – P. 1–13. Article ID 9144661.
6. Tomographic evaluation of the influence of the placement of a collagen membrane adjacent to the sinus mucosa during maxillary sinus floor augmentation: a randomized clinical trial / A. Hirota, N. Lang, M. Ferri [et al.] // *International Journal of Implant Dentistry*. – 2019. – No 5 (31). – P. 1–9.
7. Does intraoperative perforation of Schneiderian membrane during sinus lift surgery causes and increased the risk of implants failure? : a systematic review and meta regression analysis / E. Al-Moraissi, A. Elsharkawy, B. Abotaleb [et al.] // *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. – 2018. – Vol. 20 (5). – P. 882–889.
8. Effect of maxillary sinus membrane perforation on implant survival rate: a retrospective study / C. Ferreira, C. Matinelli, A. Novaes-Jr, T. Pignaton // *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. – 2017. – Vol. 32 (2). – P. 401–407.
9. Chan H. L. Sinus pathology and anatomy in relation to complications in lateral window sinus augmentation / H. L. Chan, H. L. Wang // *Implant Dentistry*. – 2011. – Vol. 20 (6). – P. 406–412.
10. Management of Schneiderian membrane perforations during sinus augmentation procedures: a preliminary comparison of two different approaches / H. M. Barbu, S. A. Iancu, I. M. Jarjour [et al.] // *Journal of Clinical Medicine*. – 2019. – Vol. 8 (9). – P. 1–14.
11. Paranasal sinuses anatomy and conditions / ed. by S. G. Balwant // *Maxillary sinus in dental implantology* / N. Uzunov, E. Bozhikova. – London, United Kingdom : IntechOpen, 2022. – P. 95–114. DOI: 10.5772/intechopen.94697.
12. Combination of platelet-rich fibrin and collagen membranes for sinus membrane repair: a case report (repair of sinus membrane perforation) / A. Koleilat, A. Mansour, F. M. Alkassimi [et al.] // *Dentistry Journal*. – 2023. – Vol. 11 (3). – P. 1–10.
13. Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using piezosurgery: clinical results of 100 consecutive cases / S. S. Wallace, Z. Mazor, S. J. Froum [et al.] // *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. – 2007. – Vol. 27 (5). – P. 413–419.
14. Kim Y. K. Sinus membrane elevation and implant placement / Y. K. Kim, J. K. Ku // *Journal of Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. – 2020. – Vol. 46 (4). – P. 292–298.
15. Repair of the perforated sinus membrane with a resorbable collagen membrane: a human study / P. Proussaefs, J. Lozada, J. Kim, M. D. Rohrer // *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. – 2004. – Vol. 19 (3). – P. 413–420.
16. Oh E. Effect of sinus membrane perforation on dental implant integration: a retrospective study on 128 patients / E. Oh, R. A. Kraut // *Implant Dentistry*. – 2011. – Vol. 20 (1). – P. 13–19.
17. Simultaneous sinus lift and implant installation: prospective study of consecutive two hundred seventeen sinus lift and four hundred sixty-two implants / H.-S. Cha, A. Kim, H. Nowzari [et al.] // *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. – 2014. – Vol. 16 (3). – P. 337–347.
18. Prospective observation of 41 perforations of the Schneiderian membrane during sinus floor elevation / S. T. Becker, H. Terheyden, A. Steinriede [et al.] // *Clinical Oral Implants Research*. – 2008. – Vol. 19 (12). – P. 1285–1289.
19. Friedland B. A guide to recognizing maxillary sinus pathology and for deciding on further preoperative

- assessment prior to maxillary sinus augmentation / B. Friedland, R. Metson // *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. – 2014. – Vol. 34 (6). – P. 807–815.
20. Lateral and crestal bone planing antrostomy: a simplified surgical procedure to reduce the incidence of membrane perforation during maxillary sinus augmentation procedures / J. L. Lozada, C. Goodacre, A. J. Al-Ardah, A. Garbacea // *Journal of Prosthetic Dentistry*. – 2011. – Vol. 105 (3). – P. 147–153.
21. Repair of large sinus membrane perforations using stabilized collagen barrier membranes: surgical techniques with histologic, and radiographic evidence of success / T. Testori, S. S. Wallace, M. Del Fabbro [et al.] // *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. – 2008. – Vol. 28 (1). – P. 9–17.
22. A novel technique to prevent the loss of graft material through the antrostomy after sinus surgery: a technical note / T. Testori, F. Mandelli, P. Valentini, S. Wallace // *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. – 2014. – Vol. 29 (1). – P. 272–274.
23. Del Fabbro M. Long-term implant survival in the grafted maxillary sinus: a systematic review / M. Del Fabbro, S. S. Wallace, T. Testori // *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. – 2013. – Vol. 33 (6). – P. 773–783.
24. Anatomical aspects of sinus floor elevations / J. P. van den Bergh, C. M. ten Bruggenkate, F. J. Disch, D. B. Tuinzing // *Clinical Oral Implants Research*. – 2000. – Vol. 11 (3). – P. 256–265.
25. Effect of Schneiderian membrane thickening on the maxillary sinus augmentation and implantation outcomes: a systematic review / R. Amid, M. Kadkhodazadeh, A. Moscowchi, M. Nami // *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*. – 2021. – Vol. 20 (4). – P. 534–544.
26. Tükel H. C. Risk factors and clinical outcomes of sinus membrane perforation during lateral window sinus lifting: analysis of 120 patients / H. C. Tükel, U. Tatli // *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2018. – Vol. 47 (9). – P. 1189–1194.
27. Wallace S. S. Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review / S. S. Wallace, S. J. Froum // *Annals of Periodontology*. – 2003. – Vol. 8. – P. 328–343.
28. Underwood A. S. An inquiry into the anatomy and pathology of the maxillary sinus / A. S. Underwood // *Journal of Anatomy and Physiology*. – 1910. – Vol. 44 (2). – P. 354–369.
29. The effect of sinus membrane perforation and repair with Lambone sheet on the outcome of maxillary sinus floor augmentation: a radiographic assessment / B. Shlomi, I. Horowitz, A. Kahn [et al.] // *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. – 2004. – Vol. 19 (4). – P. 559–562.
30. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation / B. E. Pjetursson, W. C. Tan, M. Zwahlen, N. P. Lang // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2008. – Vol. 35 (8). – P. 216–240.
31. Characterization of bacterial and fungal biofilms in chronic rhinosinusitis / A. Foreman, A. J. Psaltis, L. W. Tan, P. J. Wormald // *American Journal of Rhinology and Allergy*. – 2009. – Vol. 23 (6). – P. 556–561.
32. Perforation of the sinus membrane during sinus floor elevation: a retrospective study of frequency and possible risk factors / T. von Arx, I. Fodich, M. M. Bornstein, S. S. Jensen // *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. – 2014. – Vol. 29 (6). – P. 718–726.
33. Nolan P. J. 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 // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2014. – Vol. 72 (1). – P. 47–52.
34. The influence of sinus membrane thickness upon membrane perforation during lateral window sinus augmentation / Y. H. Lin, Y. C. Yang, S. C. Wen, H. L. Wang // *Clinical Oral Implants Research*. – 2016. – Vol. 27 (5). – P. 612–617.
35. Elian S. Crestal endoscopic approach for evaluating sinus membrane elevation technique / S. Elian, K. Barakat // *International Journal of Implant Dentistry*. – 2018. – Vol. 4 (15). – P. 1–6.
36. Mechanical properties of the Schneiderian membrane in vitro / B. Pommer, E. Unger, D. Sütö [et al.] // *Clinical Oral Implants Research*. – 2009. – Vol. 20. – P. 633–637.
37. Accuracy of Schneiderian membrane thickness: a cone-beam computed tomography analysis with histological validation / A. Insua, A. Monje, H. L. Chan [et al.] // *Clinical Oral Implants Research*. – 2016. – Vol. 28. – P. 654–661.
38. Influence of anatomy on Schneiderian membrane perforations during sinus elevation surgery: three-dimensional analysis / S.-C. Cho, S. S. Wallace, S. J. Froum, D. P. Tarnow // *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry*. – 2001. – Vol. 13 (2). – P. 160–163.
39. Comparison of a novel trephine drill with conventional rotary instruments for maxillary sinus floor elevation / H. O. Kazancioglu, M. Tek, S. Ezirganli, A. Mihmanli // *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. – 2013. – Vol. 28 (5). – P. 1201–1206.
40. Comparison between conventional and piezoelectric surgical tools for maxillary sinus floor elevation. A randomized controlled clinical trial / D. Rickert, A. Vissink, J. J. Slater [et al.] // *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. – 2013. – Vol. 15 (2). – P. 297–302.
41. Toscano N. J. The effect of piezoelectric use on open sinus lift perforation: a retrospective evaluation of 56 consecutively treated cases from private practices / N. J. Toscano, D. Holtzclaw, P. S. Rosen // *Journal of Periodontology*. – 2010. – Vol. 81 (1). – P. 167–171.
42. Prevalence of maxillary sinus disease and abnormalities in patients scheduled for sinus lift procedures / C. Beaumont, G. G. Zafropoulos, K. Röhmann, D. N. Tatakis // *Journal of Periodontology*. – 2005. – Vol. 76 (3). – P. 461–467.

REFERENCES

- Molina, A., Sanz-Sánchez, I., Sanz-Martin, I., Ortiz-Vigón, A., & Sanz, M. (2022). Complications in sinus lifting procedures: classification and management. *Periodontology 2000*, 88(1), 103-115.
- Diaz-Olivares, L.A., Cortes-Breton Brinkmann, J., Martínez-Rodríguez, N., Jose Maria, M.-G., Martínez-González, J.M., López-Quiles, J., Leco-Berrocal, I., & Meniz-García, C. (2021). Management of Schneiderian membrane perforations during maxillary sinus floor augmentation with lateral approach in relation to subsequent implant survival rates: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Implant Dentistry*, 7(91), 1-13.
- 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(7), 1275-1282.
- Testori, T., Weinstein, T., Taschieri, S., & Wallace, S.S. (2019). Risk factors in lateral window sinus elevation surgery. *Periodontology 2000*, 81(1), 91-123.
- Jamcoski, V.H., Faot, F., Marcello-Machado, R.M., Melo, A.C.M., & Fontão, F.N.G.K. (2023). 15-year retrospective study on the success rate of maxillary sinus augmentation and implants: influence of bone substitute type, presurgical bone height, and membrane perforation during sinus lift. *BioMed Research International*, 1-13. Article ID 9144661.
- Hirota, A., Lang, N., Ferri, M., Fortich Mesa, N., Alccayhuaman, K., & Botticelli, D. (2019). Tomographic evaluation of the influence of the placement of a collagen membrane subjacent to the sinus mucosa during maxillary sinus floor augmentation: a randomized clinical trial. *International Journal of Implant Dentistry*, 5(31), 1-9.
- Al-Moraissi, E., Elsharkawy, A., Abotaleb, B., Alkebsi, K., & Al-Motwakel, H. (2018). Does intraoperative perforation of Schneiderian membrane during sinus lift surgery causes and increased the risk of implants failure? : a systematic review and meta regression analysis. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 20(5), 882-889.
- Ferreira, C., Marinelli, C., Novaes-Jr, A., & Pignaton, T. (2017). Effect of maxillary sinus membrane perforation on implant survival rate: a retrospective study. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 32(2), 401-407.
- Chan, H.L., & Wang, H.L. (2011). Sinus pathology and anatomy in relation to complications in lateral window sinus augmentation. *Implant Dentistry*, 20(6), 406-412.
- Barbu, H.M., Iancu, S.A., Jarjour Mirea, I., Mignogna, M.D., Samet, N., & Calvo-Guirado, J.L. (2019). Management of Schneiderian membrane perforations during sinus augmentation procedures: a preliminary comparison of two different approaches. *Journal of Clinical Medicine*, 8(9), 1-14.
- Uzunov, N., & Bozhikova, E. (2022). *Maxillary sinus in dental implantology*. In: Paranasal sinuses anatomy and conditions, ed. by S.G., Balwant. London, United Kingdom : IntechOpen, 95-114. DOI: 10.5772/intechopen.9469.
- Koleilat, A., Mansour, A., Alkassimi, F.M., Aguirre, A., & Almaghrabi, B.A. (2023). Combination of platelet-rich fibrin and collagen membranes for sinus membrane repair: a case report (repair of sinus membrane perforation). *Dentistry Journal*, 11(3), 1-10.
- Wallace, S.S., Mazor, Z., Froum, S.J., Cho, S.C., & Tarnow, D.P. (2007). Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using piezosurgery: clinical results of 100 consecutive cases. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 27(5), 413-419.
- Kim, Y.K., & Ku, J.K. (2020). Sinus membrane elevation and implant placement. *Journal of Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 46(4), 292-298.
- Proussaefs, P., Lozada, J., Kim, J., & Rohrer, M.D. (2004). Repair of the perforated sinus membrane with a resorbable collagen membrane: a human study. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 19(3), 413-420.
- Oh, E., & Kraut, R.A. (2011). Effect of sinus membrane perforation on dental implant integration: a retrospective study on 128 patients. *Implant Dentistry*, 20(1), 13-19.
- Cha, H.-S., Kim, A., Nowzari, H., Chang, H.-S., & Ahn, K.-M. (2014). Simultaneous sinus lift and implant installation: prospective study of consecutive two hundred seventeen sinus lift and four hundred sixty-two implants. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 16(3), 337-347.
- Becker, S.T., Terheyden, H., Steinriede, A., Behrens, E., Springer, I., & Wiltfang, J. (2008). Prospective observation of 41 perforations of the Schneiderian membrane during sinus floor elevation. *Clinical Oral Implants Research*, 19(12), 1285-1289.
- Friedland, B., & Metson, R.A. (2014). Guide to recognizing maxillary sinus pathology and for deciding on further preoperative assessment prior to maxillary sinus augmentation. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 34(6), 807-815.
- Lozada, J.L., Goodacre, C., Al-Ardah, A.J., & Garbacea, A. (2011). Lateral and crestal bone planing antrostomy: a simplified surgical procedure to reduce the incidence of membrane perforation during maxillary sinus augmentation procedures. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 105(3), 147-153.
- Testori, T., Wallace, S.S., Del Fabbro, M., Taschieri, S., Trisi, P., Capelli, M., & L. Weinstein, R. (2008). Repair of large sinus membrane perforations using stabilized collagen barrier membranes: surgical techniques with histologic, and radiographic evidence of success. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 28(1), 9-17.
- Testori, T., Mandelli, F., Valentini, P., & Wallace, S. (2014). A novel technique to prevent the loss of graft material through the antrostomy after sinus surgery: a technical note. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 29(1), 272-274.
- Del Fabbro, M., Wallace, S.S., & Testori, T. (2013). Long-term implant survival in the grafted maxillary sinus: a systematic review. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 33(6), 773-783.
- Bergh, J.P.A., Bruggenkate ten, C.M., Disch, F., & Tuinzing, D. (2000). Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clinical Oral Implants Research*, 11(3), 256-265.

25. Amid, R., Kadkhodazadeh, M., Moscowchi, A., & Nami, M. (2021). Effect of Schneiderian membrane thickening on the maxillary sinus augmentation and implantation outcomes: a systematic review. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, 20(4), 534-544.
26. Tükel, H.C., & Tatli, U. (2018). Risk factors and clinical outcomes of sinus membrane perforation during lateral window sinus lifting: analysis of 120 patients. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 47(9), 1189-1194.
27. Wallace, S.S., & Froum, S.J. (2003). Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review. *Annals of Periodontology*, 8, 328-343.
28. Underwood, A.S. (1910). An inquiry into the anatomy and pathology of the maxillary sinus. *Journal of Anatomy and Physiology*, 44(2), 354-369.
29. Shlomi, B., Horowitz, I., Kahn, A., Dodriyan, A., & Chaushu, G. (2004). The effect of sinus membrane perforation and repair with Lambone sheet on the outcome of maxillary sinus floor augmentation: a radiographic assessment. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 19(4), 559-562.
30. Pjetursson, B.E., Tan, W.C., Zwahlen, M., & Lang N.P. (2008). A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. *Journal of Clinical Periodontology*, 35(8), 216-240.
31. Foreman, A., Psaltis, A.J., Tan, L.W., & Wormald, P.J. (2009). Characterization of bacterial and fungal biofilms in chronic rhinosinusitis. *American Journal of Rhinology and Allergy*, 23(6), 556-561.
32. Arx von, T., Fodich, I., Bornstein, M.M., & Jensen, S.S. (2014). Perforation of the sinus membrane during sinus floor elevation: a retrospective study of frequency and possible risk factors. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 29(6), 718-726.
33. 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.
34. Lin, Y.H., Yang, Y.C., Wen, S.C., & Wang, H.L. (2016). The influence of sinus membrane thickness upon membrane perforation during lateral window sinus augmentation. *Clinical Oral Implants Research*, 27(5), 612-617.
35. Elian, S., & Barakat, K. (2018). Crestal endoscopic approach for evaluating sinus membrane elevation technique. *International Journal of Implant Dentistry*, 4(15), 1-6.
36. Pommer, B., Unger, E., Sütö, D., Hack, N., & Watzek, G. (2009). Mechanical properties of the Schneiderian membrane in vitro. *Clinical Oral Implants Research*, 20, 633-637.
37. Insua, A., Monje, A., Chan, H.L., Zimmo, N., Shaikh, L., & Wang, H.L. (2016). Accuracy of Schneiderian membrane thickness: a cone-beam computed tomography analysis with histological validation. *Clinical Oral Implants Research*, 28, 654-661.
38. Cho, S.-C., Wallace, S.S., Froum, S.J., & Tarnow, D.P. (2001). Influence of anatomy on Schneiderian membrane perforations during sinus elevation surgery: three-dimensional analysis. *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry*, 13(2), 160-163.
39. Kazancioglu, H.O., Tek, M., Ezirganli, S., & Mihmanli, A. (2013). Comparison of a novel trephine drill with conventional rotary instruments for maxillary sinus floor elevation. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 28(5), 1201-1206.
40. Rickert, D., Vissink, A., Slater, J.J., Meijer, H.J., & Raghoobar, G.M. (2013). Comparison between conventional and piezoelectric surgical tools for maxillary sinus floor elevation. A randomized controlled clinical trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 15(2), 297-302.
41. Toscano, N.J., Holtzclaw, D., & Rosen, P.S. (2010). The effect of piezoelectric use on open sinus lift perforation: a retrospective evaluation of 56 consecutively treated cases from private practices. *Journal of Periodontology*, 81(1), 167-171.
42. Beaumont, C., Zafropoulos, G.G., Rohmann, K., & Tatakis, D.N. (2005). Prevalence of maxillary sinus disease and abnormalities in patients scheduled for sinus lift procedures. *Journal of Periodontology*, 76(3), 461-467.