

І.О. ФАСТОВЕЦЬ, Т.Ю. ЗАПОРОЖЕЦЬ

АЛГОРИТМ ВИБОРУ АУТОЛОГІЧНОГО ХРЯЩОВОГО ТРАНСПЛАНТАТА ПРИ ВТОРИННІЙ РИНОПЛАСТИЦІ

*Каф. оториноларингології (зав. – проф. Ю.В. Деєва)
Національного медичного університету імені О.О. Богомольця
(ректор – чл.-кор. НАМН України, проф. Ю.Л. Кучин)*

Вторинна ринопластика є однією з найбільш складних та технічно вимогливих процедур у реконструктивній хірургії носа. За даними різних досліджень частота потреби у ревізійних втручаннях після первинної ринопластики коливається від 5 до 15%, при цьому окремі автори повідомляють про показники до 21% випадків незадовільних результатів [1, 2]. Складність вторинної хірургії носа, як правило, обумовлена наявністю рубцевої тканини (спотворює нормальні анатомічні орієнтири), дефіцитом хрящових структур після попередніх втручань та потенційно скомпрометованим кровопостачанням тканин. Саме тому передопераційна оцінка стану залишкової хрящової опори носа набуває актуальності в контексті планування обсягу реконструктивного втручання та вибору оптимального донорського матеріалу.

Традиційно вибір типу аутологічного хрящового трансплантата базується на суб'єктивній оцінці анатомічних структур хірургом. Проте сучасні дослідження демонструють значні переваги використання саме об'єктивних методів досліджень для планування складних реконструктивних втручань – таких як методи променевих досліджень, в тому числі КТ [3, 4]. Так, КТ приносних пазух (ПНП) дозволяє оцінити кісткові та хрящові структури носа, вимірити товщину м'яких тканин та кількісно оцінити обсяг доступного донорського хряща [5]. На додачу, сучасні дослідження підтверджують, що передопераційне КТ суттєво

впливає на якість самого хірургічного втручання [6].

Крім передопераційного аналізу КТ, також важливою є оцінка залишкової хрящової опори носа після попередніх хірургічних втручань. Клінічний досвід свідчить, що недостатня передопераційна оцінка опірної спроможності носа може призводити до вибору неадекватного донорського матеріалу, що у подальшому може обумовлювати незадовільні функціональні та естетичні результати хірургічного втручання або значно подовжувати тривалість операції. Відомо, що у 13% всіх випадків ринопластики виникає потреба у додатковому аутохрящі поза ділянки безпосереднього хірургічного втручання – носа. При цьому у вторинній хірургії цей показник ще вищий [7]. Однак на сьогоднішній день в Україні відсутні валідовані системи кількісної оцінки об'єму залишкової хрящової опори. Це створює певні проблеми в обґрунтуванні вибору між септальним, аурикулярним та реберним хрящем для проведення реімплантації в ділянках недостатньої опори.

КТ-морфометрична оцінка хрящових структур носа дозволяє визначити площу септального хряща, яка у дорослого населення варіює від 4,89 до 12,42 см² при середньому значенні 8,18 см² [8]. Варіабельність доступного донорського матеріалу має критичне значення для планування операції, оскільки дозволяє заздалегідь визначити необхідність використання додаткових донорських ділянок. Крім того, сучасне КТ

дозволяє оцінити не лише площу хряща, але й товщину м'яких тканин на різних анатомічних ділянках носа. Це, в свою чергу, дозволяє більш якісно прогнозувати естетичні результати самого хірургічного втручання [9]. Окрім цього, дослідження показують, що тривимірна КТ-реконструкція дозволяє комплексно аналізувати анатомію носа пацієнта, виявляти анатомічні особливості та суттєво впливає на вибір типу хірургічного лікування [10]. Однак, не зважаючи на все вищезгадане, переважна більшість існуючих досліджень зосереджена на описових характеристиках анатомічних структур, в той час як питання розробки алгоритму вибору донорського матеріалу на основі кількісних КТ-морфометричних параметрів залишається недостатньо вивченим. В даному дослідженні ми й намагались заповнити цю прогалину в науковій літературі.

Мета дослідження

Розробити об'єктивний алгоритм вибору типу аутологічного хрящового трансплантата для вторинної ринопластики на основі даних променевих досліджень та клінічних даних.

Матеріали та методи

Дослідження є продовженням попередньо опублікованої роботи з порівняльного аналізу використання різних типів аутологічного хряща при вторинній ринопластиці. Раніше було проведено порівняльну оцінку клінічних результатів використання реберного, септального та аурикулярного хряща у 54 пацієнтів з вторинною ринопластикою протягом тривалого періоду спостереження до 36 місяців. У даному дослідженні ми поставили за мету розробити об'єктивний алгоритм вибору оптимального типу хрящового трансплантату.

До проспективного дослідження було включено 54 пацієнти віком від 18 до 60 років, які перенесли вторинну ринопластику з використанням аутологічних хрящових трансплантатів у період з січня 2022 по січень 2025 р. Всі залучені пацієнти підписали інформовану добровільну згоду на участь у дослідженні та на обробку їх медичних даних для наукових цілей. Дослідження було схвалено комісією з питань біоети-

ки НМУ імені О.О. Богомольця, протокол від 05.12.2022 №165. Дослідження було проведено в рамках НДР кафедри пластичної та реконструктивної хірургії післядипломної освіти НМУ імені О.О. Богомольця за темою «Сучасні технології в пластичній та реконструктивній хірургії», № державної реєстрації 0119U000700. Всі залучені пацієнти підписали інформовану добровільну згоду на участь у дослідженні.

Критеріями включення були структурні деформації опори зовнішнього носа після попередніх хірургічних втручань, що потребували використання хрящових трансплантатів для відновлення опорної функції. Всі пацієнти мали задокументовану історію принаймні однієї попередньої ринопластики з інтервалом не менше 6 міс. до моменту включення до дослідження. Критеріями виключення були активні запальні процеси в ділянці носа або придаткових пазух, системні захворювання сполучної тканини, порушення згортання крові, неконтрольований цукровий діабет, прийом антикоагулянтів або антиагрегантів, які неможливо було тимчасово відмінити.

Включені пацієнти були розподілені на 3 групи в залежності від типу використаного хрящового трансплантата. Групу септального хряща склали 9 пацієнтів (16,7%), групу аурикулярного хряща – 8 осіб (14,8%), а групу реберного хряща – 37 пацієнтів (68,5%). Вибір типу хрящового матеріалу визначався індивідуально на основі характеру та обсягу деформації, доступності донорського матеріалу, результатів передопераційної комп'ютерної томографії носа та приносних пазух, а також клінічної оцінки залишкової опорної спроможності носа.

Всім пацієнтам у передопераційному періоді виконувалась мультиспіральна КТ ПНП з товщиною зрізу 0,625 мм. Проводились виміри товщини м'яких тканин на рівні кореня носа, спинки носа, кінчика носа та колумелли, визначався назофронтальний кут, оцінювалась наявність колапсу внутрішнього носового клапана. На основі отриманих даних КТ у поєднанні з клінічною оцінкою стану перегородки носа, верхніх латеральних хрящів носа та великих крильних хрящів і кісткової піраміди носа розраховувався розроблений нами бал хрящової опори

за шкалою від 0 до 9 балів (де 0-2 бали – критична втрата опори носа, 3-5 помірна опора та 6-9 балів – адекватна опора). Бал хрящової опори носа включав чотири компоненти з максимальною оцінкою по 2-3 бали кожен. Септальна опора оцінювалась від 0 до 3 балів в залежності від кількості попередніх втручань та наявності перфорації, стан верхніх латеральних хрящів – від 0 до 2 балів на основі ступеня птозу середньої третини носа, крильні хрящі – від 0 до 2 балів відповідно до втрати опори кінчика, а кісткова опора – від 0 до 2 балів в залежності від ступеня деформації кісткової піраміди. Сумарний бал класифікувався як критична втрата опори носа (0-2 бали), помірна опора (3-5 балів) або адекватна опора (6-9 балів). На основі балу розраховувався умовний об'єм залишкової хрящової опори з урахуванням статевих відмінностей при базовому нормальному об'ємі 1500 мм³ для жінок та 1800 мм³ для чоловіків.

Всі операції виконувались одним хірургом з використанням відкритого доступу. Хрящові трансплантати моделювались відповідно до анатомічних потреб, для зменшення ризику післяопераційного викривлення та фіксувались нерозсмоктуючими синтетичними швами – поліпропілен 5/0.

Для побудови алгоритму вибору типу хрящового трансплантата використовувался метод «дерева рішень» з пакету «rpart» статистичного середовища R версії 4.3.1. Прогностичними факторами виступали бал хрящової опори, кількість попередніх ринопластик, товщина м'яких тканин кінчика носа та глибина сидлоподібної деформації при її наявності. Цільовою змінною був обраний хірургом тип аутохряща. Валідація алгоритму проводилась методом перехресної перевірки «leave-one-out», що обумовлювалось обмеженням розміром вибірки. Розраховувались показники точності та відтворення для кожного типу хряща, а також важливість кожного фактору у прийнятті рішення хірургом. ROC-аналіз виконувався з використанням пакету «pROC» для оцінки дискримінаційної здатності алгоритму.

Для опису кількісних даних використовувались медіана з міжквартильним розмахом для змінних з ненормальним розподілом або середнє арифметичне зі стандартним

відхиленням для даних з нормальним розподілом. Нормальність розподілу перевірялась тестом Шапіро-Вілка. Порівняння показників між трьома групами здійснювалось за допомогою критерію Краскела-Воліса для неперервних змінних та критерію χ^2 для категоріальних змінних. Кореляційний аналіз виконувався з використанням коефіцієнту кореляції Спірмена. Рівень статистичної значущості встановлювався на рівні p менше 0,05. Статистична обробка та візуалізація даних проводилась з використанням статистичного середовища R версії 4.3.1 з пакетами «tidyverse, rpart, caret, pROC та ggplot2».

Результати дослідження

Характеристика когорти пацієнтів була такою ж, що описана у нашому попередньому дослідженні з порівняльного аналізу використання різних типів аутохряща [11]. Середній вік обстежуваних становив 37,5 років при діапазоні від 22 до 52 років, жінки становили 81,5% вибірки. Реберний хрящ був застосований у 37 пацієнтів (68,5%), септальний хрящ – у 9 (16,7%), аурикулярний хрящ – у 8 (14,8%). Повний набір функціональних та естетичних оцінок через 12 міс. після операції було вивчено у 52 пацієнтів (96,3%).

Важливим аспектом цього дослідження стало впровадження нового комплексного показника, який ми назвали «об'ємом хрящової опори носа». Цей параметр поєднує дані КТ з клінічною оцінкою стану хрящового каркасу носа та дозволяє кількісно оцінити залишкову опорну спроможність носа після попередніх хірургічних втручань. Бал хрящової опори розраховувався за розробленою нами шкалою від 0 до 9 балів з урахуванням чотирьох компонентів: септальної опори, стану верхніх латеральних хрящів, крильних хрящів та кісткової піраміди. Середній бал хрящової опори у досліджуваній когорті становив $4,1 \pm 2,0$ бали.

Розподіл пацієнтів за рівнем хрящової опори виявився клінічно значущим. Критична втрата опори, що відповідала балам від 0 до 2, спостерігалась у 5 (9,3%) пацієнтів, що відповідало найважчим випадкам з множинними попередніми втручаннями. Помірна опора з балами від 3 до 5 діагностувалась у 37 обстежених (68,5%), а адекватна опора з

балами від 6 до 9 зберігалась лише у 12 хворих (22,2%). Умовний об'єм хрящової опори, розрахований з урахуванням статевих відмінностей, становив у середньому 912 ± 337 мм³ при базовому нормальному об'ємі 1500 мм³ для жінок та 1800 мм³ для чоловіків.

КТ параметри товщини м'яких тканин носа у нашій когорті відповідали даним, опублікованим в міжнародних джерелах [8]. Наприклад, товщина м'яких тканин на рівні спинки носа становила у чоловіків $4,1 \pm 0,8$ мм, у жінок – $3,7 \pm 0,8$ мм, на рівні кореня носа – 2,0 та 1,8 мм, відповідно, а на рівні кінчика носа – 3,5 та 3,1 мм, відповідно. Середній назофронтальний кут становив $136,9^\circ$ з очікуваною різницею між гендером: чоловіки – $133,2^\circ$, жінки – $138,4^\circ$.

При порівняльному аналізі результатів лікування в залежності від типу викори-

станого хрящового трансплантата було виявлено певні закономірності (табл. 1). Найбільш показовою виявилась відмінність у балі хрящової опори між групами. Пацієнти, яким виконувалась реконструкція з використанням реберного хряща, мали достовірно нижчий бал опори ($3,1 \pm 1,0$ бали) порівняно з групою септального хряща – $7,7 \pm 0,9$ бали при рівні значущості менше 0,001. Група вушного хряща займала проміжне місце з балом $5,3 \pm 1,1$. Такий розподіл відображає об'єктивну клінічну логіку вибору донорського матеріалу, коли реберний хрящ обирається у випадках значної втрати опорних структур носа, а септальний хрящ може використовуватись лише при збереженні достатнього його об'єму після попередніх втручань, що ми й намагались забезпечувати для наших пацієнтів.

Таблиця 1

Порівняння результатів лікування між типами аутохряща через 12 міс. після операції

Показник	Реберний хрящ (n=37)	Септальний хрящ (n=9)	Аурикулярний хрящ (n=8)	p-value
Бал опори	$3,1 \pm 1,0$	$7,7 \pm 0,9$	$5,3 \pm 1,1$	<0,001
Умовний об'єм опори, мм ³	745 ± 157	1483 ± 274	1073 ± 281	<0,001
Товщина МТ кінчика, мм	$3,2 \pm 0,7$	$3,3 \pm 0,6$	$3,5 \pm 0,8$	0,460
Назофронтальний кут, градуси	$138,1 \pm 9,2$	$134,2 \pm 8,3$	$132,4 \pm 10,4$	0,317
NOSE 12 міс, бали	$18,5 \pm 5,6$	$14,4 \pm 4,6$	$19,2 \pm 5,8$	0,126
ROE 12 міс, бали	$78,5 \pm 5,4$	$81,0 \pm 6,3$	$75,7 \pm 4,9$	0,215
ВАШ 12 міс, бали	$7,9 \pm 0,5$	$8,1 \pm 0,6$	$7,6 \pm 0,5$	0,215
Резорбція 12 міс, %	$1,6 \pm 0,8$	$0,2 \pm 0,1$	$1,2 \pm 1,5$	0,002
Ускладнення, n (%)	7 (18,9%)	0 (0%)	0 (0%)	0,194
Попередні операції >1, n (%)	13 (35,1%)	2 (22,2%)	1 (12,5%)	0,387

Примітки:
p-value розраховано за критерієм Краскела-Воліса для неперервних змінних та χ^2 – для категоріальних;

МТ – м'які тканини.

З огляду на отримані результати, представлені в попередньому дослідженні [11], де у пацієнтів всіх груп визначались позитивні результати впродовж всього періоду спостереження, особливо через 12 міс. після хірургічного втручання, ці дані були

використані для розробки моделей прогнозування та алгоритмів «вибору дій» (дерева рішень) і в цьому дослідженні.

Таким чином, на основі отриманих даних було розроблено алгоритм вибору типу аутологічного хрящового трансплан-

тата для вторинної ринопластики з використанням методу дерева рішень (рис. 1). Алгоритм враховує чотири ключові прогностичні елементи – бал хрящової опори

носа, кількість попередніх ринопластик, товщину м'яких тканин кінчика носа та глибину сидлоподібної деформації за її наявності.

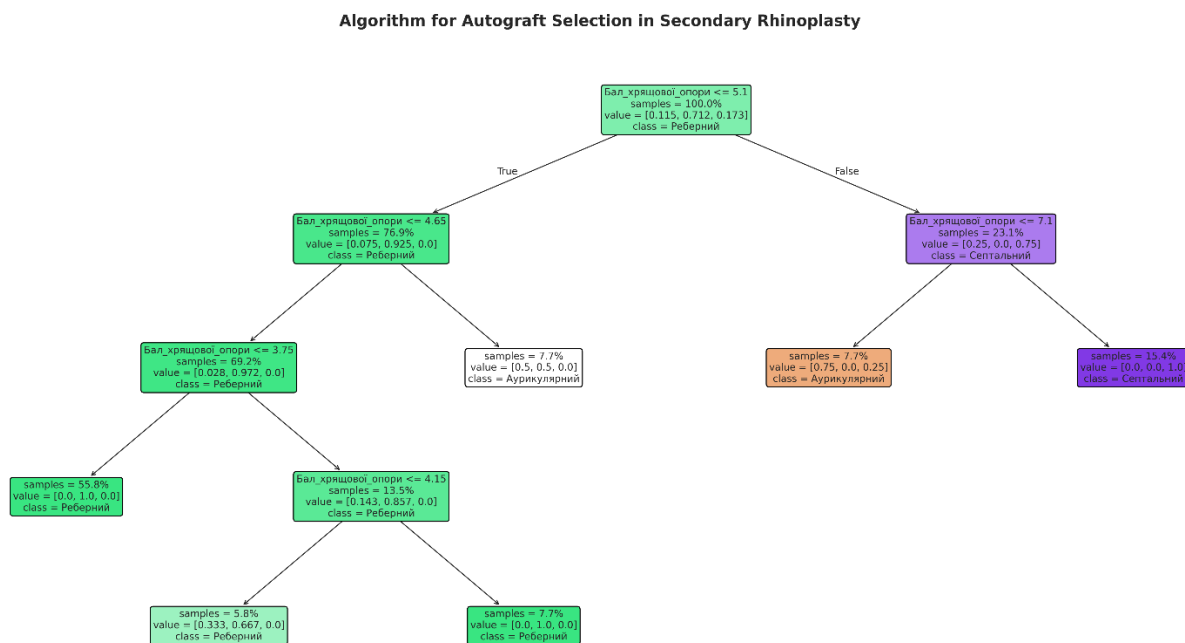


Рис. 1. Алгоритм вибору аутологічного хрящового трансплантата при вторинній ринопластиці на основі дерева рішень.

Валідація розробленого алгоритму з використанням методу перехресної перевірки за методом «leave-one-out» показала точність класифікації $86,5 \pm 34,1\%$. Точність передбачення вибору реберного хряща виявилась $97,2\%$, відтворюваність – $94,6\%$, що відображає чітку клінічну картину випадків з низькою хрящовою опорою. Для

септального хряща точність прогнозу становила 100% , а відтворюваність – $88,9\%$, тоді як для аурикулярного хряща відповідні показники становили $62,5\%$ та $83,3\%$. Найважливішим фактором прогнозу при цьому у побудованому дереві рішень виявився бал хрящової опори з важливістю $0,68$.

Таблиця 2

Показники точності розробленого алгоритму

Показник	Значення
Загальна точність (навчальна вибірка)	92,3%
Точність cross-validation (LOO)	$86,5 \pm 34,1\%$
Точність за змінною «реберний хрящ»	97,2%
Відтворюваність з змінною «реберний хрящ»	94,6%
Точність за змінною «септальний хрящ»	100%
Відтворюваність за змінною «септальний хрящ»	88,9%
Важливість балу опори	0,68

ROC-аналіз дискримінаційної здатності алгоритму для кожного типу хряща (рис. 2) показав найвищу площу під кривою для реберного хряща (AUC 0,98), що свідчить про відмінну здатність алгоритму ідентифікувати випадки, які потребують використання реберного хряща. Для септального та

аурикулярного хряща AUC становила 1,0 та 0,87, відповідно. Хоча ці показники були теж досить високими, не слід забувати про обмежену кількість пацієнтів в групах септального та вушного хрящів. Тому найбільш достовірний результат спостерігався саме в групі реберного хряща.

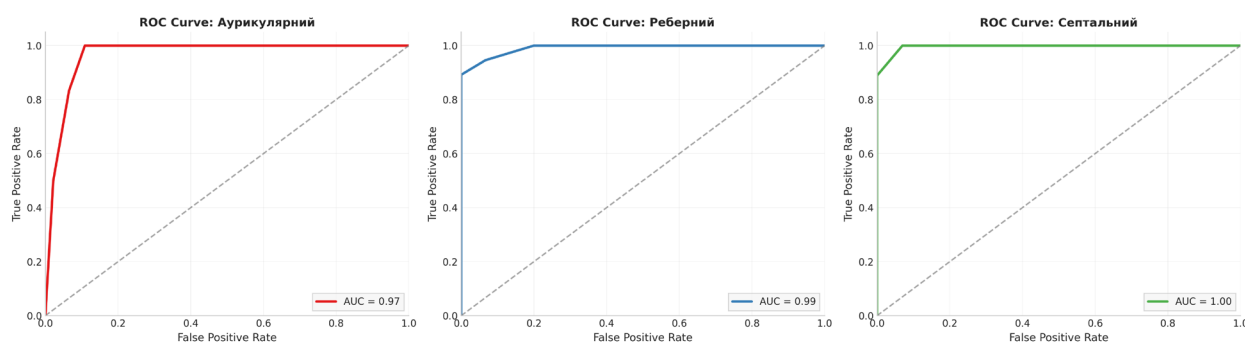


Рис. 2. ROC-криві для оцінки дискримінаційної здатності алгоритму.

Кореляційний аналіз між показником опори носа та клінічними результатами виявив слабкі взаємозв'язки (рис. 3). Бал опори демонстрував негативну кореляцію з функціональними результатами NOSE (коефіцієнт кореляції мінус 0,146 при рівні значущості 0,3), проте ця кореляція не досягла статистичної значущості. Зв'язок між балом опори та естетичними результатами ROE виявився ще слабшим (коефіцієнт 0,038 при рівні значущості 0,787). Відсутність сильних кореляцій пояснюється тим, що тип обраного хряща визначається саме рівнем опори, тобто пацієнти з різним балом опори отримують адекватний їх стану донорський матеріал, що вирівнює кінцеві результати між групами.

Графічне порівняння результатів лікування між групами (рис. 4) наочно демонструє, що при статистично значущій різниці у балі хрящової опори всі три типи трансплантатів забезпечують задовільні функціональні та естетичні результати через рік після втручання. Такий підхід фактично і є концепцією індивідуалізованого підходу до вибору донорського матеріалу відповідно до клінічної ситуації.

На основі отриманих статистичних даних був розроблений практичний алго-

ритм вибору типу аутологічного хрящового трансплантата за рівнем залишкової хрящової опори носа. Основним елементом цього підходу є розрахунок балу хрящової опори за шкалою з подальшим визначенням умовного об'єму залишкової опорної тканини. Алгоритм враховує не лише кількісні показники, але й якісні характеристики деформації, кількість попередніх втручань та анатомічні особливості пацієнта за даними КТ (табл. 3).

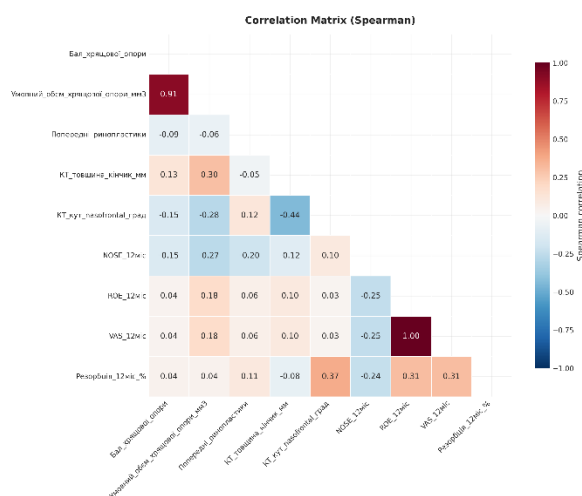


Рис. 3. Кореляційна матриця ключових взаємозв'язків між дослідженими параметрами

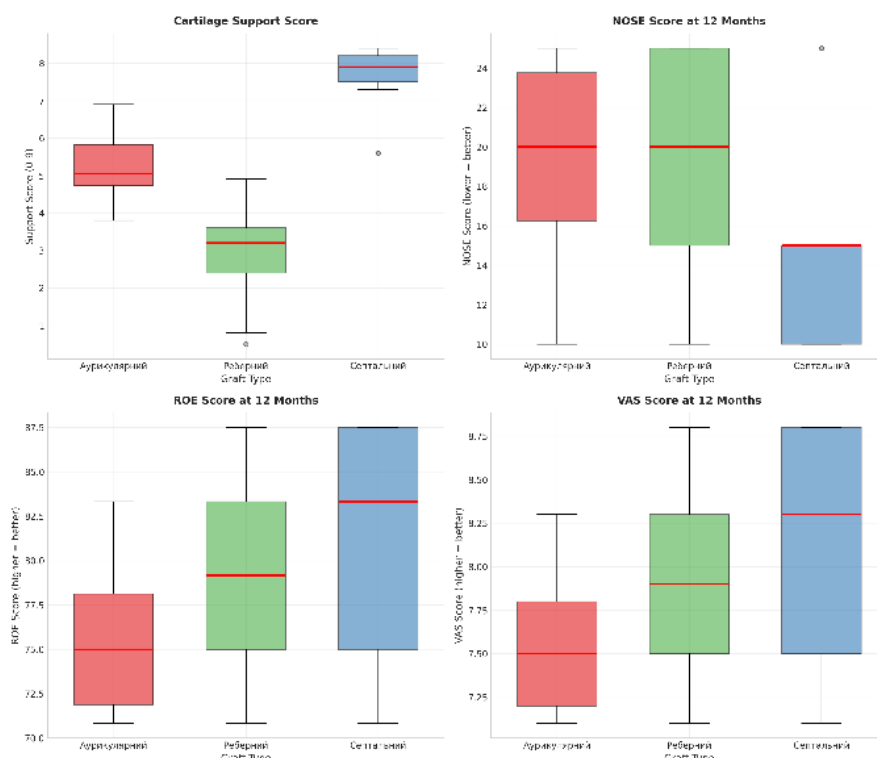


Рис. 4. Порівняння балу хрящової опори та результатів лікування між типами хряща.

Таблиця 3

Стратифікація пацієнтів за рівнем залишкової хрящової опори та рекомендований тип трансплантата

Рівень опори	Бал опори (0-9)	Умовний об'єм (мм ³)	Рекомендований тип хряща	Клінічні характеристики
Критична втрата опори	0-2	<600	Реберний хрящ (обов'язково)	Множинні попередні втручання, сидлоподібна деформація, колапс носового клапана, товщина м'яких тканин кінчика >3 мм
Помірна опора	3-5	600-1200	Реберний або аурикулярний хрящ	Одне-два попередні втручання, птоз кінчика, асиметрія, частковий колапс клапана. Вибір між реберним та аурикулярним залежить від обсягу реконструкції
Адекватна опора	6-9	>1200	Септальний або аурикулярний хрящ	Одне попереднє втручання, локальна деформація, збережена основна опора. Пріоритет септальному при достатній його площі

Основою наведеного розподілу є проведений нами аналіз, який відображає взаємозв'язок між рівнем залишкової хрящової опори і фактичним вибором хірурга у клінічній практиці (алгоритм «дерева рішень»). Важливо підкреслити, що запропонована система оцінки не є абсолютною і має розглядатись як допоміжний інструмент для планування хірургічного втручання. Оста-

точне ж рішення про вибір донорського матеріалу приймається хірургом з урахуванням додаткових факторів, включаючи очікування пацієнта, його вік, товщину шкіри носа, наявність супутньої патології та особливості попередніх втручань.

Для ілюстрації практичного застосування розробленого алгоритму наводимо клінічний випадок пацієнтки К., 39 років, яка

звернулася зі скаргами на зовнішню деформацію носа та утруднення носового дихання після двох попередніх ринопластик. Перша операція була виконана 5 років тому з приводу сідлоподібної деформації спинки носа, друге ревізійне втручання проводилось 3 роки тому для корекції птозу кінчика. При об'єктивному огляді виявлялась сідлоподібна деформація нижньої третини спинки носа, птоз кінчика з назолабіальним кутом 69° , колапс лівого внутрішнього носового клапана при форсованому вдиху. Функціональне

обстеження за шкалою NOSE продемонструвало вираженість назальної обструкції на рівні 65 балів. Естетична оцінка за шкалою ROE становила 32 бали, що відображало суб'єктивну незадоволеність пацієнтки зовнішнім виглядом носа. За візуально-аналоговою шкалою загальна задоволеність оцінювалась як 3 бали з 10 можливих. При риноскопії відмічалась виражена девіація хрящової частини носової перегородки вліво з звуженням носового ходу, слизова оболонка без ознак запалення (рис. 5).

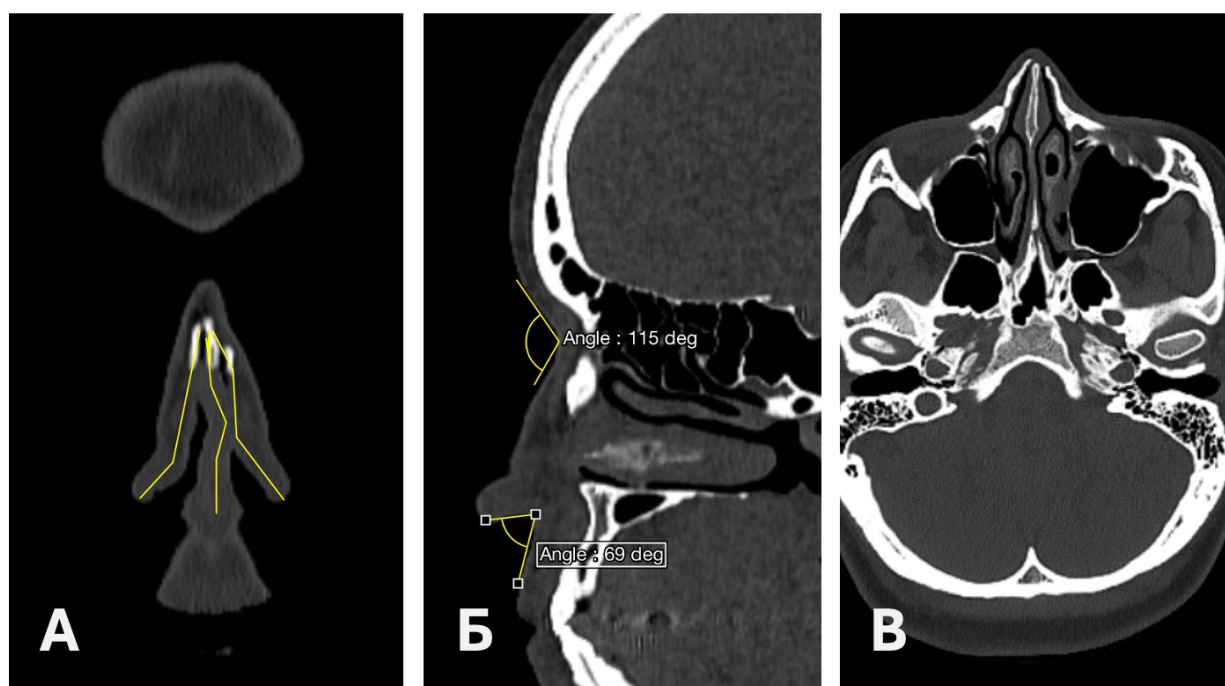


Рис. 5. КТ ПНП пацієнтки К. до операції. А – фронтальна проекція, Б – сагітальна проекція, В – корональна проекція на рівні носових кісток.

На КТ ПНП було виявлено виражену девіацію каудальної частини перегородки носа з звуженням лівого носового ходу до 2 мм. Площа залишкового септального хряща становила $3,8 \text{ cm}^2$, що було недостатньо для реконструкції з урахуванням необхідності збереження L-подібної опори. Товщина м'яких тканин на рівні кореня носа становила 4,2 мм, на рівні спинки – 2,8 мм, кінчика носа 3,6 мм та колумелли – 2,4 мм. Назофронтальний кут становив 115° , що було нижче оптимального діапазону. Верхні латеральні хрящі мали звужену конфігурацію з ознаками колапсу в ділянці внутріш-

нього носового клапана ліворуч. На основі клінічних та КТ-даних був розрахований бал хрящової опори. Септальна опора отримала 1 бал через наявність двох попередніх втручань на перегородці та вираженої девіації. Верхні латеральні хрящі оцінені в один бал внаслідок колапсу клапана зліва при збереженні опори справа. Крильні хрящі отримали 1 бал через птоз кінчика при збереженій базовій структурі. Кісткова опора піраміди оцінена в один бал через наявність помірної сідлоподібної деформації без повного колапсу спинки. Сумарний бал хрящової опори становив чотири бали, що відпо-

відає категорії помірної опори. Умовний об'єм залишкової хрящової опори розрахований як 750 мм^3 при базовому нормальному значенні 1500 мм^3 для жінок.

Згідно з розробленим алгоритмом при балі опори 4 та умовному об'ємі 750 мм^3 рекомендованим типом трансплантата є реберний або аурикулярний хрящ. З урахуванням необхідності корекції сідлоподібної деформації спинки носа, відновлення проекції кінчика та укріплення внутрішнього носового клапана було прийнято рішення про використання реберного хряща, який забезпечує достатній об'єм матеріалу для комплексної реконструкції. Пацієнтка була проінформована про необхідність забору реберного хряща з шостого ребра і про можливі ускладнення донорської ділянки та очікувані результати втручання.

Операцію було виконано під загальною анестезією з використанням відкритого доступу. Після забору реберного хряща через розріз довжиною 3,5 см був виконаний комплекс реконструктивних технік, в тому числі встановлення дорсального накладного графта для корекції сідлоподібної деформації, септальний екстензійний графт для відновлення проекції кінчика та білатеральні графти-розтягувачі для укріплення внутрішніх носових клапанів. Післяопераційний період перебігав без ускладнень. Через 12 міс. після операції бал за шкалою NOSE знизився до 18, що відповідає легкій назальній обструкції, оцінка за шкалою ROE підвищилась до 82 балів, а загальна задоволеність за візуально-аналоговою шкалою досягла 8 балів.

Цей клінічний випадок демонструє практичну цінність розробленого алгоритму для об'єктивізації вибору донорського матеріалу при вторинній ринопластиці. Комплексна оцінка залишкової хрящової опори на основі клінічних та КТ-параметрів дозволила визначити оптимальну хірургічну тактику та досягти задовільних функціональних та естетичних результатів. Важливо відмітити, що успішний результат був досягнутий завдяки правильному плануванню з урахуванням індивідуальних анатомічних особливостей пацієнтки та адекватному вибору донорського матеріалу відповідно до клінічної ситуації.

Таким чином, проведене дослідження показало, що розроблений показник об'єму хрящової опори носа має високу діагностичну точність для вибору оптимального типу аутологічного хрящового трансплантата при вторинній ринопластиці. Цей алгоритм на основі моделі «дерева рішень» з точністю 86,5% дозволяє об'єктивізувати клінічний вибір аутологічного матеріалу та може бути використаний як допоміжний інструмент для передопераційного планування вторинної ринопластики у пацієнтів. Всі три типи хрящових трансплантатів показали задовільні результати при правильному виборі відповідно до клінічної ситуації, проте частота ускладнень та резорбції була нижчою при використанні септального хряща, що підтверджує його переваги у випадках достатньої його доступності.

Обговорення

Отримані нами результати надають можливість об'єктивізації вибору типу аутологічного хрящового трансплантата при вторинній ринопластиці на основі даних КТ-морфометрії та розробленої нами системи оцінки залишкової хрящової опори носа. Розроблений алгоритм на основі моделі «дерева рішень» показав високу точність класифікації на рівні 86,5% при перехресній валідації. Такий результат дозволяє застосовувати запропонований алгоритм в практичній діяльності з метою передопераційної підготовки. Подібні підходи до стандартизації хірургічного планування при вторинній ринопластиці пропонувались й іншими дослідниками, проте переважна більшість існуючих алгоритмів зосереджується на виборі конкретних хірургічних технік та графтів для корекції кінчика носа, в той час як питання оцінки залишкової опорної спроможності та вибору донорського матеріалу залишалось поза увагою науковців.

Головним елементом нашого підходу став розроблений показник об'єму хрящової опори носа, який поєднує дані КТ ПНП та клінічну оцінку стану септальних, верхніх латеральних, крильних хрящів і кісткової піраміди носа. Важливо відмітити, що середній бал хрящової опори у нашій когорті пацієнтів становив 4,1 в діапазоні від 1 до 9 балів, що відображає значну варіабельність

клінічних ситуацій при вторинній хірургії носа, оскільки у частини пацієнтів опора носа може бути задовільною, а в інших – критично недостатньою. Застосування КТ для передопераційного планування вторинної ринопластики активно обговорюється у сучасній літературі, при цьому дослідження Szychta та співавторів [5] показали, що імплементація тривимірного КТ-сканування з ультразвуковим дослідженням грудної стінки дозволяє створити детальну карту анатомії носа та оптимізувати розміри і форму графтів відповідно до індивідуальних анатомічних потреб кожного окремого пацієнта.

Отримані дані щодо розподілу типів хрящових аутотрансплантатів демонструють, що реберний хрящ був використаний у 68,5% випадків, що суттєво перевищує частоту застосування септального (16,7%) та аурикулярного (14,8%) хрящів. Такий розподіл відображає типову реальну клінічну картину вторинної ринопластики, де у переважної більшості пацієнтів спостерігається значна втрата хрящової опори після попередніх втручань з необхідністю формування графтів великої площі. Однак важливим аспектом наших результатів є те, що незважаючи на статистично значущу різницю у балі опори між групами, всі три типи трансплантатів забезпечили задовільні функціональні та естетичні результати через рік після операції. Це підтверджує концепцію, яку запропонував Dermody та співавтори [12] про те, що успіх реконструктивної ринопластики залежить не стільки від типу обраного хряща, скільки від коректності його вибору відповідно до клінічної ситуації та адекватності хірургічного підходу (типу ринопластики). Незважаючи на гарні результати проведених нами втручань, все ж варто визнати, що при використанні реберного хряща ризик ускладнень є вищим, про що в своєму дослідженні говорять Bagunaid та колеги [13], які відмічали, що ускладнення при використанні реберного хряща частіше асоціюються з множинними попередніми втручаннями та скомпрометованим кровопостачанням тканин, ніж з властивостями самого донорського матеріалу.

Щодо нашого алгоритму вибору хрящового трансплантата, то він базується

на чотирьох головних факторах, серед яких найбільшу цінність показав бал хрящової опори з вагою 0,68 у моделі «дерева рішень». При цьому сучасні дослідження спрямовані на об'єктивізацію вибору ауто-трансплантату в залежності від клінічної ситуації, попри використання так званого «емпіричного підходу», коли лікар на основі власного клінічного досвіду приймав рішення про необхідність того чи іншого аутохряща. Оскільки нами був запропонований новий показник об'єму опори, то його, на жаль, неможливо порівняти з даними інших досліджень. Проте тенденція робіт в цій галузі свідчить про значну зацікавленість науковців в КТ-морфометричних показниках. Так, Kim та співавторів [14] показали, що площа септального хряща варіює від 4,89 до 12,42 см², що є вирішальним показником, за даними цієї публікації, при плануванні хірургічного втручання та визначення необхідності використання додаткових донорських ділянок. У нашій роботі середній умовний об'єм хрящової опори становив 912 мм³, який відображає значну втрату опорних структур у пацієнтів з вторинною ринопластикою.

Найбільш важливим практичним аспектом наших результатів є висока точність алгоритму виявлення випадків необхідності використання реберного хряща, з площею під ROC-кривою 0,98. Така дискримінаційна здатність дозволяє заздалегідь інформувати лікаря про необхідність забору реберного хряща. Тому запропонований підхід дозволяє оптимізувати планування вторинної ринопластики та покращити комунікацію з пацієнтами щодо очікуваних результатів та можливих ускладнень хірургії.

Висновки

1. Розроблений алгоритм вибору аутологічного хрящового трансплантата на основі комплексної оцінки залишкової хрящової опори носа демонструє високу точність (86,5%) у визначенні необхідності застосування реберного хряща та може бути рекомендований для практичного застосування при плануванні вторинної ринопластики.

2. Бал хрящової опори носа є найбільш інформативним прогностичним фак-

тором вибору типу хрящового транспланта-та з важливістю 0,68 у моделі «дерева рі-шень», при цьому пацієнти з балом опори нижче 3 балів потребують обов'язкового використання реберного хряща, в той час як при балі вище 7 можуть бути застосовані навіть фрагменти септального хряща за його наявності.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Дотримання етичних норм

Автори рукопису свідомо засвідчують, що дослідження проводилось з використанням даних первинної медичної документації та включало клінічні спостереження за пацієнтами. Дослідження проведено відповідно до етичних стандартів Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини, директиви Європейського товариства 86/609 про участь людей у медико-біологічних дослідженнях, а також наказу Міністерства охорони здоров'я України № 690 від 23.09.2009 р. Усі обстежені пацієнти надали письмову інформовану згоду на участь у дослідженні та оприлюднення його результатів.

Використання штучного інтелекту

Автори рукопису свідомо засвідчують, що у процесі проведення дослідження та підготовки цього рукопису не використовували жодних інструментів або сервісів

3. Незважаючи на статистично значущу різницю у балі хрящової опори між групами, всі три типи аутологічних хрящових трансплантатів забезпечують задовільні функціональні та естетичні результати через дванадцять місяців після операції при умові правильного вибору донорського матеріалу відповідно до клінічної ситуації.

генеративного штучного інтелекту для виконання будь-яких завдань, перелічених у Таксономії делегування завдань генеративному штучному інтелекту (GAIDeT, 2025 р.). Усі етапи роботи – від концептуалізації до фінального редагування – виконані без залучення генеративного штучного інтелекту, виключно авторами.

Первинні дані та матеріали

Автори рукопису свідомо засвідчують, що у роботі використано результати власних клінічних досліджень, що були систематизовані та проаналізовані авторами. Первинні дані включають узагальнені показники пацієнтів, лабораторні результати, протоколи та отримані дані обстежень. Всі матеріали збережені в архіві дослідницької групи та можуть бути надані за обґрунтованим запитом до автора-кореспондента, з урахуванням вимог конфіденційності та етичних норм.

Інформація про фінансування

Дане дослідження не отримувало зовнішнього фінансування.

References

1. Spataro E, Piccirillo JF, Kallogjeri D, Branham GH, Desai SC. Revision Rates and Risk Factors of 175 842 Patients Undergoing Septorhinoplasty. JAMA Facial Plast Surg. 2016 May 1;18(3):212-9. doi: 10.1001/jamafacial.2015.2194.
2. East C, Kwame I, Hannan SA. Revision Rhinoplasty: What Can We Learn from Error Patterns? An Analysis of Revision Surgery. Facial Plast Surg. 2016 Aug;32(4):409-15. doi: 10.1055/s-0036-1586176.
3. Baldi D, Basso L, Nele G, Federico G, Antonucci GW, Salvatore M, Cavaliere C. Rhinoplasty Pre-Surgery Models by Using Low-Dose Computed Tomography, Magnetic Resonance Imaging, and 3D Printing. Dose Response. 2021 Nov 29;19(4): 15593258211060950. doi: 10.1177/15593258211060950.

4. Goudakos JK, Fishman JM, Patel K. A systematic review of the surgical techniques for the treatment of internal nasal valve collapse: where do we stand? Clin Otolaryngol. 2017 Feb;42(1):60-70. doi: 10.1111/coa.12664.
5. Szychta P. Enhanced revision rhinoplasty with processed costal cartilage guided by preoperative computed tomography and 3D scanning. Maxillofac Plast Reconstr Surg. 2024 Mar 28;46(1):13. doi: 10.1186/s40902-024-00422-z.
6. Szychta P. Optimizing precision rhinoplasty: comprehensive preoperative planning with nasal computed tomography for functional and aesthetic enhancement. Maxillofac Plast Reconstr Surg. 2024 Mar 25;46(1):10. doi: 10.1186/s40902-024-00423-y.
7. Salzano G, Audino G, Dell'Aversana Orabona G, Committeri U, Troise S, Arena A, Vaira LA, De Luca P, Scarpa A, Elefante A, Romano A, Califano L, Piombino P. Fresh Frozen Homologous Rib Cartilage: A Narrative Review of a New Trend in Rhinoplasty. J Clin Med. 2024 Mar 16;13(6):1715. doi: 10.3390/jcm13061715.
8. Hwang SM, Lim O, Hwang MK, Kim MW, Lee JS. The Clinical Analysis of the Nasal Septal Cartilage by Measurement Using Computed Tomography. Arch Craniofac Surg. 2016 Sep;17(3):140-145. doi: 10.7181/acfs.2016.17.3.140.
9. Saxena RC, Friedman S, Bly RA, Otjen J, Alessio AM, Li Y, Hannaford B, Whipple M, Moe KS. Comparison of Micro-Computed Tomography and Clinical Computed Tomography Protocols for Visualization of Nasal Cartilage Before Surgical Planning for Rhinoplasty. JAMA Facial Plast Surg. 2019 May 1;21(3):237-243. doi: 10.1001/jamafacial.2018.1931.
10. Milkovich J, Ahmad J. A Canadian Experience With Off-the-Shelf, Aseptically Processed, Costal Cartilage Segment Allografts in Complex Rhinoplasty, Aesthet Surg J Open Forum. 2022 Nov 22;4:ojac085. doi: 10.1093/asjof/ojac085.
11. Fastovets I, Zaporozhets T. [Evaluation of the results of the use of different types of autologous cartilage for restoration of structural support of the nose in secondary rhinoplasty]. ScienceRise: Medical Science. 2025;65(4):16-23. <https://doi.org/10.15587/2519-4798.2025.348281>. [In Ukrainian].
12. Dermody SM, Lindsay RW, Justicz N. Considerations for Optimal Grafting in Rhinoplasty. Facial Plast Surg. 2023 Dec;39(6):625-629. doi: 10.1055/a-2116-4566.
13. Bagunaid MA, Borah MA, Abualjoud AM, Hariri FS, Nasir H, Ibrahim KM, Bajunaid AO, Al-Shareef EM. Harvesting Costal Cartilage for Secondary Rhinoplasty: Techniques, Considerations, and Outcomes. Cureus. 2024 Sep 17;16(9):e69614. doi: 10.7759/cureus.69614.
14. Kim SG, Menapace DC, Mims MM, Shockley WW, Clark JM. Age-Related Histologic and Biochemical Changes in Auricular and Nasal Cartilages. Laryngoscope. 2024 Mar;134(3):1220-1226. doi: 10.1002/lary.30990.

Надійшла до редакції 18.02.2026

© І.О. Фастовець, Т.Ю. Запорожець, 2026

АЛГОРИТМ ВИБОРУ АУТОЛОГІЧНОГО ХРЯЩОВОГО ТРАНСПЛАНТАТА ПРИ ВТОРИННІЙ РИНОПЛАСТИЦІ

Фастовець ІО, Запорожець ТЮ

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Email: V_fa100vets@ukr.net

А н о т а ц і я

Актуальність: Вторинна ринопластика є однією з найбільш складних та технічно вимогливих процедур у реконструктивній хірургії носа. Традиційно вибір типу аутологічного хрящового трансплантата базується на суб'єктивній оцінці анатомічних структур хірургом. Проте сучасні дослідження демонструють значні переваги використання об'єктивних методів досліджень для планування складних реконструктивних втручань таких як методи променевих досліджень, в тому числі КТ. Тому передопераційна оцінка стану залишкової хрящової опори носа набуває актуальності в контексті планування обсягу реконструктивного втручання та вибору оптимального донорського матеріалу.

Мета: Розробити об'єктивний алгоритм вибору типу аутологічного хрящового трансплантата для вторинної ринопластики на основі даних променевих досліджень та клінічних даних.

Матеріали та методи: У проспективне дослідження було включено 54 пацієнти віком від 18 до 60 років, які перенесли вторинну ринопластику з використанням аутологічних хрящових трансплантатів у період з січня 2022 по січень 2025 року. Всім пацієнтам у передопераційному періоді виконувалась мультиспіральна КТ ПНП. На основі отриманих даних КТ у поєднанні з клінічною оцінкою стану перегородки

носа, верхніх латеральних хрящів носа та великих крильних хрящів і кісткової піраміди носа розраховувався розроблений нами бал хрящової опори за шкалою від 0 до 9 балів.

Результати: Середній вік обстежуваних становив 37,5 років при діапазоні від 22 до 52 років, жінки становили 81,5% вибірки. Реберний хрящ був застосований у 37 пацієнтів (68,5%), септальний хрящ у 9 хворих (16,7%), а аурикулярний хрящ у 8 обстежених (14,8%). Розподіл пацієнтів за рівнем хрящової опори виявився клінічно значущим. Критична втрата опори, що відповідала балам від 0 до 2, спостерігалась у 5 пацієнтів (9,3%), що відповідало найважчим випадкам з множинними попередніми втручаннями. Помірною опора з балами від 3 до 5 діагностувалась у 37 обстежених (68,5%), а адекватна опора з балами від 6 до 9 зберігалась лише у 12 хворих (22,2%).

Висновки: Бал хрящової опори носа є найбільш інформативним прогностичним фактором вибору типу хрящового трансплантата з важливістю 0,68 у моделі «дерева рішень», при цьому пацієнти з балом опори нижче 3 балів потребують обов'язкового використання реберного хряща, в той час як при балі вище 7 можуть бути застосовані навіть фрагменти септального хряща за його наявності. Незважаючи на статистично значущу різницю у балі хрящової опори між групами, всі три типи аутологічних хрящових трансплантатів забезпечують задовільні функціональні та естетичні результати через дванадцять місяців після операції.

Ключові слова: ніс, носова порожнина, ринопластика, вторинна ринопластика, хрящі носа, реберний хрящ, опора носа.

ALGORITHM FOR SELECTING AUTOLOGOUS CARTILAGE TRANSPLANT IN SECONDARY RHINOPLASTY

Fastovets IO, Zaporozhets TYu
Bogomolets National Medical University
Email: V_fa100vets@ukr.net

Abstract

Relevance: Secondary rhinoplasty is one of the most complex and technically demanding procedures in nasal reconstructive surgery. Traditionally, the choice of the type of autologous cartilage graft is based on the surgeon's subjective assessment of anatomical structures. However, modern studies demonstrate significant advantages of using objective research methods for planning complex reconstructive interventions such as radiological methods, including CT. Therefore, preoperative assessment of the state of the residual cartilage support of the nose becomes relevant in the context of planning the scope of the reconstructive intervention and choosing the optimal donor material.

Objective: To develop an objective algorithm for choosing the type of autologous cartilage graft for secondary rhinoplasty based on radiological and clinical data.

Materials and methods: The prospective study included 54 patients aged 18 to 60 years who underwent secondary rhinoplasty using autologous cartilage grafts between January 2022 and January 2025. All patients underwent preoperative multispiral CT of the nasal septum. Based on the obtained CT data in combination with clinical assessment of the condition of the nasal septum, upper lateral nasal cartilages and greater alar cartilages and the nasal bony pyramid, a cartilage support score developed by us was calculated on a scale from 0 to 9 points.

Results: The mean age of the subjects was 37.5 years with a range from 22 to 52 years, and women accounted for 81.5% of the sample. Costal cartilage was used in 37 patients (68.5%), septal cartilage in 9 patients (16.7%), and auricular cartilage in 8 patients (14.8%). The distribution of patients according to the level of cartilage support was clinically significant. Critical loss of support, corresponding to scores from 0 to 2, was observed in 5 patients (9.3%), which corresponded to the most severe cases with multiple previous interventions. Moderate support with scores from 3 to 5 was diagnosed in 37 patients (68.5%), and adequate support with scores from 6 to 9 was maintained in only 12 patients (22.2%).

Conclusions: The nasal cartilage support score is the most informative prognostic factor for the choice of cartilage graft type with an importance of 0.68 in the decision tree model, with patients with a support score below 3 requiring the mandatory use of costal cartilage, while with a score above 7 even fragments of septal cartilage can be used if available. Despite the statistically significant difference in cartilage support score between groups, all three types of autologous cartilage grafts provide satisfactory functional and aesthetic results twelve months after surgery.

Keywords: nose, nasal cavity, rhinoplasty, secondary rhinoplasty, nasal cartilage, costal cartilage, nasal support.