

А. В. Лобурець, С. Б. Безшаночний, О. Г. Аврун
 ВДНЗ України «Українська медична стоматологічна академія», м. Полтава
 Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ КОМП'ЮТЕРНОГО ПЛАНУВАННЯ ХІРУРГІЧНОГО ВТРУЧАННЯ У ПАЦІЄНТІВ З ХРОНІЧНИМ ФРОНТИТОМ

e-mail: anjeyloburets@gmail.com

У статті представлено результати проведеного комп'ютерного конфігураційного планування об'єму хірургічних втручань 56 пацієнтів, що знаходились на стаціонарному лікуванні з приводу хронічного фронтиту. Проведено аналіз риноманометричних показників та розрахунків дослідження аеродинаміки повітряного опору носового дихання за даними спіральної комп'ютерної томографії до та після хірургічного лікування у пацієнтів основної групи (n=27), яким виконана ендоназальна фронтотомія з корекцією внутрішньоносових структур, та контрольної (n=29), яким виконана ендоназальна фронтотомія. Корекція внутрішньоносових структур змінює аеродинамічний носовий опір на більшій ділянці, і в широкому діапазоні значень, а без корекції – тільки на ділянці, що безпосередньо примикає до ділянки співустя, а також за рахунок загального зменшення набряку слизової оболонки порожнини носа. Комп'ютерне планування дозволяє підвищити ефективність проведення функціональних ринологічних втручань на 32%. Для його реалізації потрібні високоточні методи діагностики і впровадження достатньо складних процедур конфігураційного віртуального моделювання хірургічних втручань.

Ключові слова: хронічний фронтит, комп'ютерне конфігураційне планування, риноманометрія.

Робота є фрагментом НДР «Розробка нових медичних технологій в діагностиці та лікуванні патології верхніх дихальних шляхів» (№ держреєстрації 0111U006761).

Емпіричний метод прогнозування в медицині виник ще за часів Гіппократа і базувався на встановленні аналогій між двома подіями до- та після втручання. Сучасні методи прогнозування засновані на математичному аналізі даних і реалізуються за допомогою електронної обчислювальної техніки [4].

Комп'ютерне конфігураційне планування хірургічних втручань у функціональній ринології призначене для прогнозування функціональних результатів операції за даними віртуального моделювання зміни архітектоники порожнини носа. Відповідно, метод заснований на комп'ютерному моделюванні аеродинамічних процесів при русі повітря в порожнині носа в процесі дихання, а також аналізу взаємозв'язку геометричних і фізіологічних характеристик верхніх дихальних шляхів [1, 3].

Хірургічні втручання із використанням екстраназальних і ендоназальних доступів потребують у подальшому відновлення структур та фізіології лобових пазух, що на сьогодні залишається багатокомпонентною і багатоетапною проблемою [2, 5]. З точки зору фізіології носа і навколоносових пазух, серед способів хірургічного лікування синуситу, спрямованих на відновлення функціонування співустя ураженого синусу з порожниною носа, найбільш фізіологічними є ті варіанти, при яких мінімально травмується слизова оболонка порожнини носу та навколоносових пазух. При цьому необхідно враховувати, що основною вимогою в сучасній функціональній ринології є тільки зміна конфігурації (корекція) при якомога меншій резекції анатомічних об'єктів.

Тому, одним із пріоритетних завдань для малоінвазивної хірургії, є щадне відношення до слизової оболонки порожнини носа і навколоносових пазух (ННП). Ці завдання частково вирішуються з приходом сучасних методик комп'ютерного планування.

Метою роботи було дослідити клінічну ефективність використання способу планування ринохірургічних втручань у пацієнтів з хронічними формами фронтиту та супутніми функціональними порушеннями внутрішньоносових структур.

Матеріал та методи дослідження. За даними спіральної комп'ютерної томографії (СКТ) ННП та риноманометричного дослідження проведено комп'ютерне планування хірургічного лікування у 56 пацієнтів, які знаходились на стаціонарному лікуванні в ЛОР відділенні ПОКЛ ім. Скліфосовського з приводу хронічного фронтиту.

Пацієнти були поділені на 2 групи. Основна група – 27 пацієнтів, яким виконувалась традиційна функціональна фронтотомія типу Draf II з корекцією внутрішньоносових структур (ВНС). Контрольну групу склали пацієнти, яким була виконана ендоназальна фронтотомія типу Draf II без корекції ВНС (29 пацієнтів).

Спосіб планування функціональних ринохірургічних втручань, який складається з проведення ринометричних досліджень, виконання ендоскопічного обстеження порожнини носа, проведення функціональних досліджень верхніх дихальних шляхів, виконання інтраскопічного обстеження стану носових пазух, проведення процедури формування просторової сегментованої лофтингової моделі повітряних шляхів носової порожнини, побудови аеродинамічної моделі верхніх дихальних шляхів на основі єдиної узагальненої воксельної томографічної моделі верхніх дихальних шляхів для визначення витрати Q повітря в верхніх дихальних шляхах за формулою, яка дозволяє враховувати режим течії повітря при носовому диханні, віртуального моделювання корекції форми анатомічних структур шляхом зміщення кісткових утворень та скорочення об'єму слизової оболонки на просторовій сегментованій лофтинговій моделі повітряних шляхів порожнини носа для зменшення локальних аеродинамічних опорів носових ходів, визначення основних аеродинамічних показників носового дихання та прогнозування результатів оперативного втручання щодо покращення повітряної провідності носових ходів за формулами $K_Q = Q_2/Q_1 \cdot 100\%$ та $K_R = R_1/R_2 \cdot 100$, які характеризують процентні співвідношення між існуючими Q_1, R_1 та прогнозованими Q_2, R_2 параметрами витрати повітря та аеродинамічного опору верхніх дихальних шляхів відповідно, за даними єдиної узагальненої воксельної томографічної моделі верхніх дихальних шляхів визначають локальні аеродинамічні опори вздовж порожнини носа, виявляють максимальний з них, а результуюча витрата Q повітря в верхніх дихальних шляхах обчислюється за формулою

$$Q = \sqrt{\frac{\Delta p}{\frac{\lambda \rho}{r} \sum_{i=1}^N \frac{\Delta l_i}{S_i^2} + \max_j \left\{ \frac{\xi_j \rho}{2S_j^2} \right\}}}$$

де Δp – перепад тиску повітря носовому ході, для ламінарного та для турбулентного режимів течії повітря відповідно; λ – число Рейнольдса для режиму течії повітря в носовій порожнині; $\rho = 1,205 \text{ кг/м}^3$ – щільність повітря; r – усереднений радіус перетину носового ходу;

Δl_i – довжина i -ї ділянки носового ходу; S_i – площа перетину i -ї ділянки носового ходу; N – кількість ділянок носового ходу; S_j – площа перетину j -ї локальної ділянки носового ходу; ξ_j – коефіцієнт локального аеродинамічного опору j -ї локальної ділянки носового ходу, з урахуванням не тільки втрат тиску за довжиною носової порожнини, а і враховуючи втрати тиску на локальних аеродинамічних опорах.

Побудова моделей комп'ютерного планування ринохірургічних операцій проведена на розробленому на кафедрі біомедичної інженерії ХНУРЕ оригінальному програмному забезпеченні Rhinoplan. V1.a.

Статистична обробка отриманих даних проводилась пакетом програм Statistica. Отримані результати статистично оцінювали за t-критерієм Стьюдента. Показники наведені у вигляді $M \pm m$ (середнє значення \pm похибка середнього). Різниця вважалась вірогідною при значеннях $p < 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення. Розглянемо визначення аеродинамічного носового опору при проведенні конфігураційного хірургічного планування на прикладі двох пацієнтів, яким з приводу причин, не пов'язаних з ЛОР-патологією було виконано повторну СКТ ННП після хірургічного лікування. Так з'явилась можливість порівняти прогнозовані результати корекції ВНС з фактичними, після виконаної операції. Пацієнт 1. У передопераційному періоді виконувалися обстеження функції носового дихання за даними динамічної задньої активної риноманометрії (ЗАРМ), а також інтраскопічне картування за даними СКТ. Аксиальна СКТ-томограма і мультипланарна реконструкція верхніх дихальних шляхів у фронтальній проекції наведені на рис. 1, а і б, відповідно. На рис. 1 (а, б) показано, що у пацієнта мали місце ознаки двобічного гіперпластичного полісинуситу, гребінь переділки носа, concha bullosa справа. При проведенні ендориноскопії виявлено гребінь переділки носа справа (рис. 2, а), слизово-гнійні виділення в ділянці остіомеатального комплексу. За результатами діагностичних досліджень було виконано комп'ютерне планування хірургічного втручання, яке показало, що шляхом виконання функціональної ринохірургічної операції, що включала в себе полісинусотомію та корекцію ділянки гребня переділки носа, можна знизити аеродинамічний опір правого і лівого носових каналів до величини у 1,7 – 1,8 разів (рис. 1, д, е).

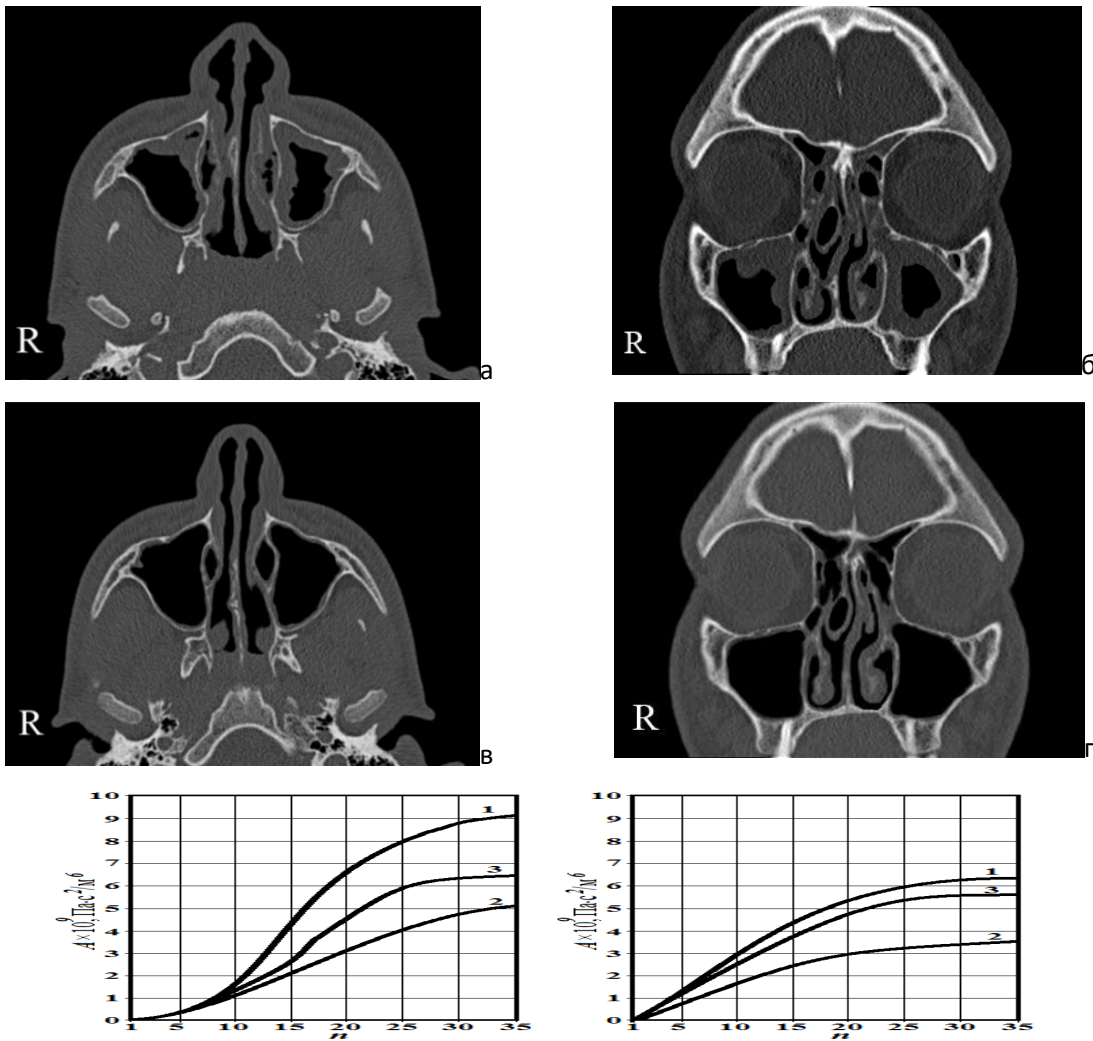


Рис. 1. - Ілюстрація результатів функціональної ринохірургії з урахуванням комп'ютерного планування: а) вихідна аксіальна СКТ, б) вихідна фронтальна МПР, в) аксіальна СКТ в післяопераційному періоді через 3 тижні, г) фронтальна МПР в післяопераційному періоді через 3 тижні, зміна аеродинамічного носового опору для правого (д) і лівого (е) носових каналів (1 - передопераційні дані, 2 - прогнозовані дані, 3 - дані фактичного результату операції через 3 тижні).

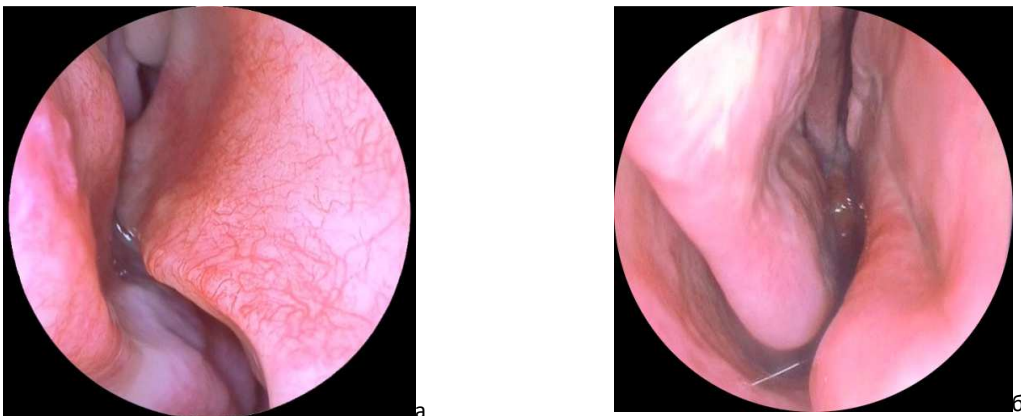


Рис. 2. Ендориноскопія: а - до операції (після анемізації слизової оболонки порожнини носа); б - Через 1 місяць після операції.

Фактично за результатами СКТ і ЗАРМ через 4 тижні після операції встановлено, що аеродинамічний опір правої половини носа знизився в 1,4 рази, лівої – в 1,2 рази (рис. 1, в, г, д, е). Прогностична ефективність комп'ютерного планування склала близько 70%. При ендоскопічному огляді порожнини носа через 1 місяць після операції даних за запальну ЛОР патологію не виявлено (рис. 2, б).

Пацієнт 2. Аксіальна СКТ-томограма і мультипланарна реконструкція верхніх дихальних шляхів у фронтальній проекції наведені на рис. 3, а і б, відповідно. За даними СКТ (рис. 3) та ендоскопічного обстеження (рис. 4) визначались запальні зміни в лівій лобній пазусі (на рис. 3, б

не видно), гребінь носової переділки. За результатами діагностичних досліджень було виконано комп'ютерне планування хірургічного втручання, яке показало, що шляхом виконання комплексного ринохірургічного втручання, що складалось з корекції переділки носу (септопластика) та лівобічної ендоназальної фронтотомії, можна знизити аеродинамічний опір правого носового каналу в 1,2 рази, і лівого носового каналу – до 2-х разів (рис. 3, д, е). Фактично за результатами СКТ і ЗАРМ через 4 тижні після операції встановлено, що аеродинамічний опір правої половини носа за рахунок післяопераційного набряку збільшився в 1,16 разів (рис. 3, в, г, д, е), а лівої – зменшився в 1,53 рази. Прогностична ефективність комп'ютерного планування склала близько 60%. При ендоскопічному огляді порожнини носа через 1 місяць після операції даних за запальну ЛОР патологію виявлено не було (рис. 4, б).

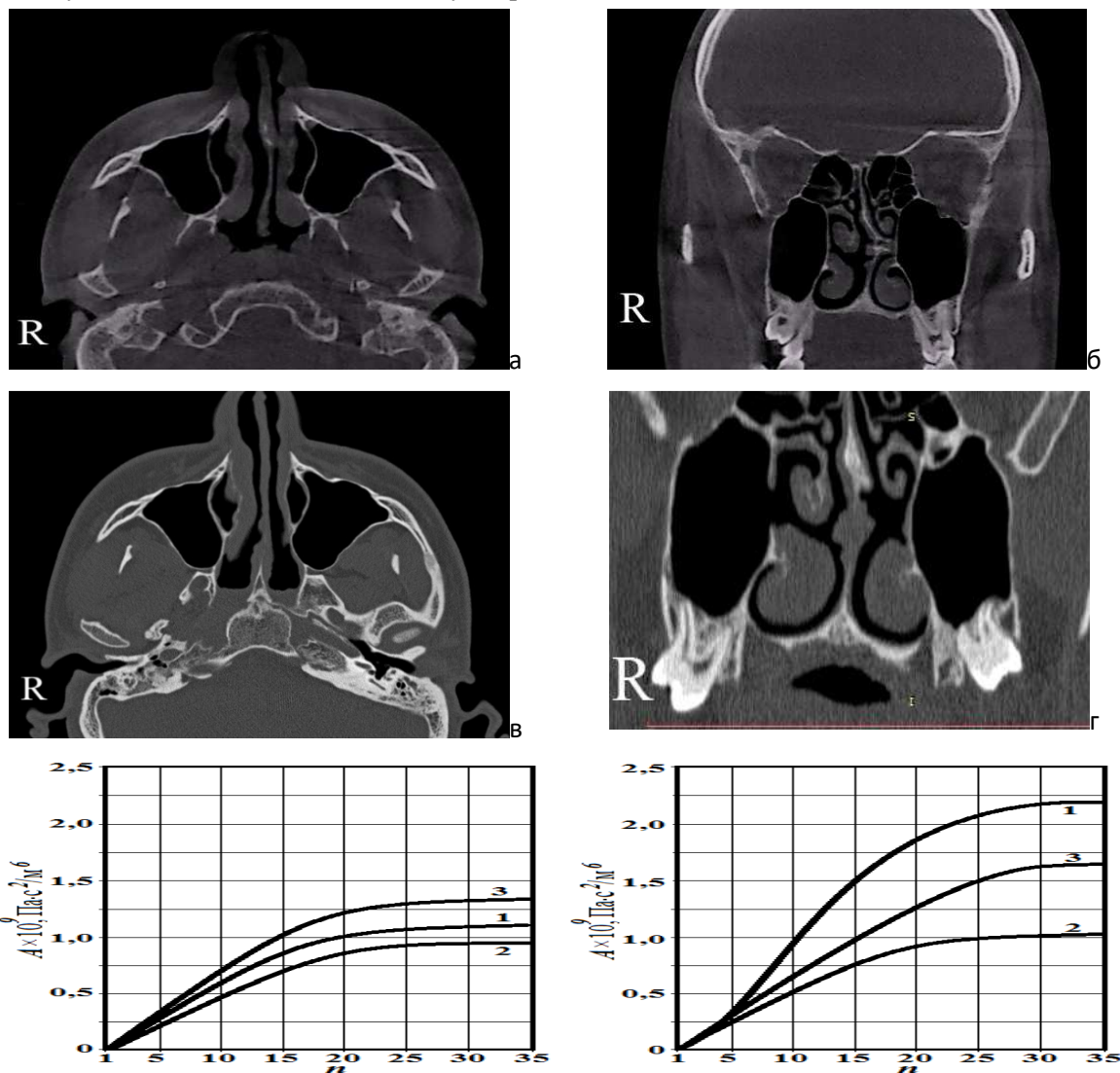


Рис. 3. – Ілюстрація результатів функціональної ринохірургії з урахуванням комп'ютерного планування: а) вихідна аксіальна СКТ, б) вихідна фронтальна МПР, в) аксіальна СКТ в післяопераційному періоді через 4 тижні, г) фронтальна МПР в післяопераційному періоді через 4 тижні, зміна аеродинамічного носового опору для правого (д) і лівого (е) носових каналів (1 – передопераційні дані, 2 – прогнозовані дані, 3 – дані фактичного результату операції через 4 тижні).

Результати дослідження аеродинамічного носового опору за даними риноманометрії і спіральної комп'ютерної томографії. Дані дослідження повітряного опору носового дихання, отримані на основі риноманометричного дослідження представлені на рис. 5. В доопераційному періоді в основній групі пацієнтів $A_{ЗАРМ} = 2,15 \pm 0,11$ ($M \pm m$; $\text{кПа} \cdot \text{с} / \text{л} = \text{Па} \cdot \text{с} / \text{м}^3 \cdot 10^6$), після хірургічного лікування $A_{ЗАРМ} = 1,43 \pm 0,09$ ($M \pm m$; $\text{кПа} \cdot \text{с} / \text{л} = \text{Па} \cdot \text{с} / \text{м}^3 \cdot 10^6$). В контрольній групі: до операції $A_{ЗАРМ} = 1,41 \pm 0,07$ ($M \pm m$; $\text{кПа} \cdot \text{с} / \text{л} = \text{Па} \cdot \text{с} / \text{м}^3 \cdot 10^6$), після операції $A_{ЗАРМ} = 1,29 \pm 0,05$ ($M \pm m$; $\text{кПа} \cdot \text{с} / \text{л} = \text{Па} \cdot \text{с} / \text{м}^3 \cdot 10^6$). Показаники риноманометрії до хірургічного втручання та через 4 тижні після мали статистично достовірні відмінності у пацієнтів основної групи, яким була виконана ендоназальна фронтотомія з корекцією ВНС ($p < 0,00001$).

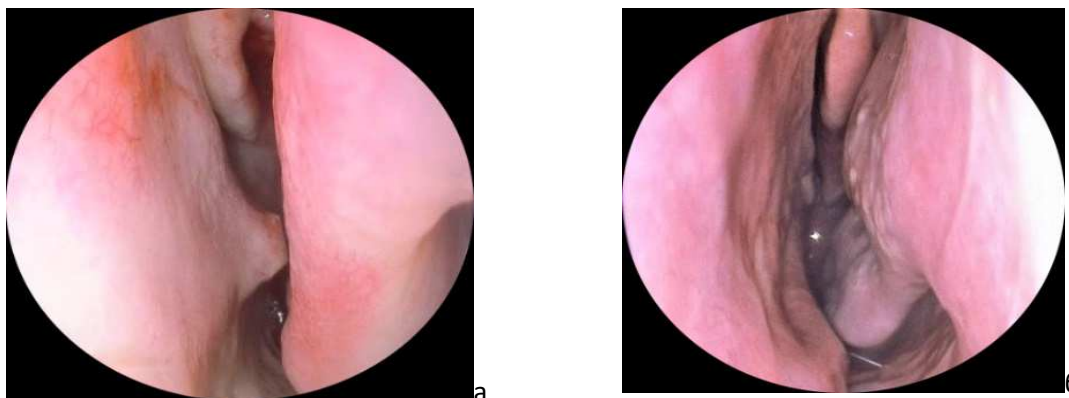


Рис. 4. Риноскопичне фото (ліва половина носа): а - до операції (після анемізації слизової оболонки порожнини носа); б - Через 1 місяць після операції.

Показники риноманометрії у пацієнтів контрольної групи, яким виконана фронтотомія без корекції ВНС, не мали статистично достовірних відмінностей ($p=0,168$). Таким чином, корекція внутрішньоносових структур змінює аеродинамічний носовий опір на більшій ділянці, і в широкому діапазоні значень, а без корекції - тільки на ділянці, що безпосередньо примикає до ділянки співустя, а також за рахунок загального зменшення набряку слизової оболонки порожнини носа.

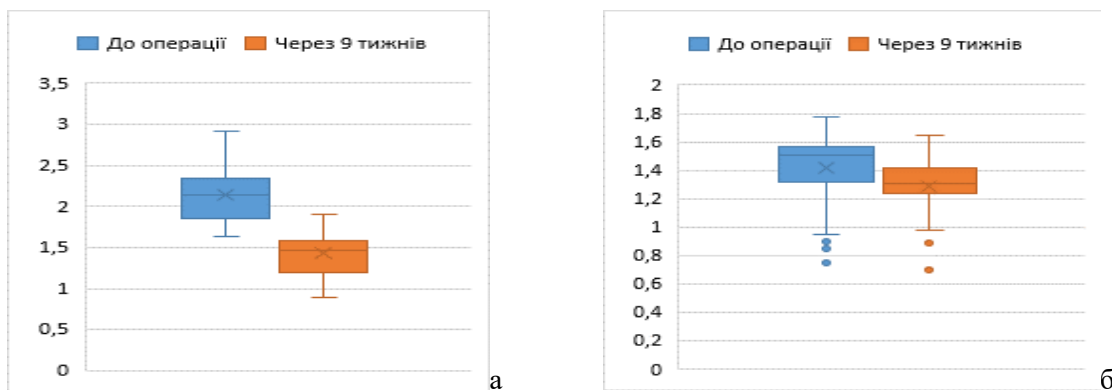


Рис. 5. Співвідношення риноманометричних показників до операції та через 9 тижнів у пацієнтів: а – основної групи; б – контрольної групи.

У пацієнтів основної групи показник $A_{CKT}=2,82\pm 0,21$ ($M\pm m$; Па·с/м⁶·10⁹), у пацієнтів контрольної групи - $A_{CKT}=1,06\pm 0,06$ ($M\pm m$; Па·с/м⁶·10⁹). У пацієнтів контрольної групи отримані дані відповідають середньостатистичним показникам норми для даного дослідження. У пацієнтів основної групи показники свідчили про наявність порушень ВНС, які полягали в порушенні аеродинамічного носового опору.

Висновки

1. Використання даного способу дає можливість на етапі хірургічного планування провести кількісну оцінку післяопераційного покращення функціональних результатів оперативного втручання, причому, що особливо важливо, з урахуванням післяопераційної зміни локальних аеродинамічних опорів, що спостерігається більш, ніж в 80% випадків при функціональній септопластиці.
2. Комп'ютерне планування дозволяє підвищити ефективність функціональних ринологічних втручань в середньому на 32%. Для його реалізації потрібні високоточні методи діагностики і впровадження достатньо складних процедур конфігураційного віртуального моделювання хірургічних втручань.

Список літератури

1. Avrunin O. G. Printsipyi kompyuternogo planirovaniya funktsionalnykh operativnykh vmeshatelstv / O. G. Avrunin // Tehnichna elektrodinamika, tem vipusk «Silova elektronika ta energoefektivnist». – 2011. – Ch. 2. – S. 293-298.
2. Volkov A. G. Vosstanovlenie anatomii i fiziologii lobnykh pazuh posle ih rasskrytiya / A. G. Volkov // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya No.1, - 2006, 50 s.
3. Knigavko Yu. V. Raschet funktsionalnykh parametrov, opredelyayuschih pokazaniya k provedeniyu rinoplastiki / Yu. V. Knigavko, O. G. Avrunin, H. Faruk // Vostochno-Evropeyskiy zhurnal peredovykh tehnologiy. – 2013. – No. 2/10 (62). – S. 24–27.
4. Tarasova S. A. Prognozirovaniye v klinicheskoy meditsine / S. A. Tarasova // Innovatsii v nauke: sb. st. po mater. XXX mezhdunar. nauchno-prakt. konf. Chast II. - Novosibirsk: SibAK, - 2014.

5. Eloy J. A. High-resolution computed tomography analysis of the frontal sinus ostium: a pilot study / J. A. Eloy, D. M. Neskey, R. Vivero [et al.] // JAm J Otolaryngol. – 2013. – Vol. 34. – № 2. – P. 99-102.

Реферати

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА КОМПЬЮТЕРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМ ФРОНТИТОМ

Лобурец А. В., Бешапочный С. Б., Аврунин В. Г.

В статье представлены результаты проведенного компьютерного конфигурационного планирования объема хирургических вмешательств 56 пациентов, находящихся на стационарном лечении по поводу хронического фронтита. Проведен анализ риноманометрических показателей и расчетов исследования аэродинамики воздушного сопротивления носового дыхания по данным спиральной компьютерной томографии до и после хирургического лечения у пациентов основной группы (n = 27), которым выполнена эндоназальная фронтотомия с коррекцией внутриносовых структур, и контрольной (n = 29), которым выполнена эндоназальная фронтотомия. Отдельно представлены расширенные результаты исследования двух пациентов. Коррекция внутриносовых структур меняет аэродинамическое носовое сопротивление на большем участке, и в широком диапазоне значений, а без коррекции - только на участке, непосредственно примыкающем к участку соустья, а также за счет общего уменьшения отека слизистой оболочки полости носа. Компьютерное планирование позволяет повысить эффективность проведения функциональных ринологических вмешательств на 32%. Для его реализации требуются высокоточные методы диагностики и внедрение достаточно сложных процедур конфигурационного виртуального моделирования хирургических вмешательств.

Ключевые слова: хронический фронтит, компьютерное конфигурационное планирование, риноманометрия.

Стаття надійшла 15.07.2017 р.

EXPERIENCE IN THE USE OF COMPUTER PLANNING METHOD FOR SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH CHRONIC FRONTAL SINUSITIS

Loburets A.V., Beshapochny S.B., Avrunin V.G.

The article represents the results of the computer configuration planning of the value of surgical interference of 56 patients who underwent inpatient treatment of chronic frontal sinusitis. The analysis of rhinomanometry indicators and the research of aerodynamics of air resistance of nasal breathing were performed according to computer tomography before and after surgery within the patients of the main group (n = 27) who underwent endonasal frontotomy correction intranasal structures (INS) and controls (n = 29) – by which was made the endonasal frontotomy. Extensive results of the study of two patients are presented separately. The correction of INS changes the aerodynamic nasal resistance in a larger area, and in a wide range of values; without correction INS - only at the site that immediately adjacent to the anastomosis site, and also due to a general decrease in the edema of the mucous membrane of the nasal cavity. Computer planning makes it possible to increase the effectiveness of functional rhinological interference by an average 32%. But its implementation needs highly accurate diagnostic methods and cumbersome procedures of the virtual simulation of surgical interference.

Key words: chronic frontal sinusitis, computer configuration planning, rhinomanometry, frontal sinus surgery.

Рецензент Аветіков Д.С.

DOI 10.26724 / 2079-8334-2017-3-61-32-36

УДК 616.13-089.86:616-073.7

Є. М. Люлька, Г. А. Оксак, А. Л. Боркунов, О. М. Люлька, В. І. Ляховський
ВДНЗ України "Українська медична стоматологічна академія", м. Полтава, Полтавська
обласна клінічна лікарня ім. М. В. Склифосовського, Полтавський обласний клінічний
кардіологічний диспансер

УЛЬТРАЗВУКОВА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРМУВАННЯ АРТЕРІАЛЬНИХ АНАСТОМОЗІВ У РАНЬОМУ ПІСЛЯОПЕРАЦІЙНОМУ ПЕРІОДІ

e-mail: alexdoc2008@i.ua

Проведено аналіз 76 медичних карток стаціонарних хворих з явищами критичної ішемії нижніх кінцівок (III-IV стадія за класифікацією Фонтейна-Покровського), яким виконані відновні оперативні втручання на стегново-підколінному та стегново-гомільковому сегментах артерій з приводу облітеруючого атеросклерозу артерій. Пацієнти були розподілені на дві групи в залежності від техніки виконаних реконструктивних операцій. Для контролю ефективності проведення реконструктивних операцій усім хворим перед операцією та на 7-8 добу після неї проведено ультразвукове кольорове ангіосканування нижніх кінцівок з визначенням гомільково-плечового індексу. В результаті досліджень доказана ефективність застосування даного діагностичного способу і він може бути рекомендований для оцінки якості проведення реконструктивних операцій на артеріях нижніх кінцівок.

Ключові слова: облітеруючий атеросклероз, відновні операції, ультразвукове дослідження, ефективність застосування.

Робота є фрагментом НДР «Оптимізація діагностики, лікувальної тактики та профілактики гострої хірургічної патології та її ускладнень», № державної реєстрації 0116U005024.

Облітеруючий атеросклероз артерій нижніх кінцівок є одним з найпоширеніших захворювань. За даними ВООЗ, в країнах Європи хронічна ішемія нижніх кінцівок (ХІНК) атеросклеротичного генезу серед пацієнтів старше 50 років зустрічається у 2% випадків, у хворих