

## ОБМІН ДОСВІДОМ

DOI10.31718/2077-1096.20.4.232

УДК 616-08-035; 616-72

Шкорботун Я.В.

**МОЖЛИВОСТІ МІНІІНВАЗИВНОЇ ЕНДОРИНОХІРУРГІЇ З ВРАХУВАННЯМ ФАКТИЧНИХ МЕЖ ПОЛЯ ОБЗОРУ СУЧАСНИХ ЕНДОСКОПІВ**

Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика, м.Київ

Державна наукова установа «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини» Державного управління справами, м.Київ

Одним із визначальних факторів в досягненні мініінвазивності в ринохірургії є застосування оптимальних ощадливих хірургічних доступів, вибір яких на даний час в значній мірі залежить від візуалізаційних можливостей ендоскопічної техніки, зокрема характеристик кутового бачення ендоскопів. Це особливо важливо при плануванні і виконанні ендоназальних втручань на передніх відділах верхньощелепного синусу. Достатньо великий кут огляду дозволяє розширити можливості використання того чи іншого малоінвазивного доступу, зменшити необхідність заміни ендоскопів з різними кутами в ході втручання та підвищити якість його виконання. Метою дослідження було поліпшити методику вибору хірургічного доступу до верхньощелепного синусу з врахуванням оптичної осі та фактичної величини поля обзору ендоскопа. Для досягнення поставленої мети нами було виконано моделювання процесу вибору оптимального варіанту доступу до верхньощелепного синусу на основі власної методики прогнозування візуалізації ділянок просвіту синусу. Для визначення фактичного кута огляду ендоскопа нами здійснено порівняння застосування стандартної методики та запропонованого нами пристрою. Обстежено по 3 ендоскопа з оптичною віссю 70°, дослідження виконувались трикратно. Результати досліджень. Встановлено, що результати визначення меж поля огляду запропонованою нами методикою та за методикою Wang Q. et al. (2017) достовірно не відрізняються, що свідчить про порівнювану точність обох методик. При заявлених однакових характеристиках всіх трьох ендоскопів, визначена нами величина поля огляду досить суттєво відрізняється, (максимально на 8,7°). Причому величина кута огляду у всіх зразках ендоскопів, що тестувались, була більшою, ніж передбачена виробником для стандартних ендоскопів (60°). Середня тривалість вимірювання величини поля огляду ендоскопа запропонованим нами способом, згідно даних хронометражу, склала 25,3±3,2 с, що достовірно швидше, ніж за методикою Wang Q. et al. (2017) - 83,7±2,0 с (P<0,05). Також слід відмітити більшу зручність виконання дослідження за запропонованою методикою. Висновки. При оцінці можливості візуалізації ділянок верхньощелепного синусу необхідно враховувати не лише анатомічні особливості пацієнта, а також і фактичні оптичні характеристики ендоскопів. Запропонований пристрій для визначення меж поля огляду ендоскопів простий у виготовленні, потребує менше часу для дослідження і дозволяє ефективно і швидше визначити фактичні кути огляду ендоскопа. Фактичні оптичні характеристики ендоскопів можуть відрізнятися від нормативних.

Ключові слова: ендоскопічна ринохірургія, планування доступу, поле огляду ендоскопа, візуалізація.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукова робота проведена в рамках НДР «Удосконалення методів діагностики та лікування пацієнтів з окремими запальними та онкологічними захворюваннями вуха, носа та горла», № держ. реєстрації РК 0117U006094; та у рамках НДР «Оптимізація надання спеціалізованої та високоспеціалізованої медичної допомоги хірургічного профілю на принципах «хірургії швидкого шляху» при окремих захворюваннях щитоподібної та щитоподібних залоз, носоглотки, внутрішніх і репродуктивних органів, черевної стінки, судин і суглобів, зокрема з використанням атомно-силової мікроскопії та із застосуванням методу преламінації для обробки імплантатів», № державної реєстрації 0119U001046

**Вступ**

Мініінвазивність і якість виконання ендоскопічних втручань в значній мірі залежать від забезпечення візуального контролю хірургічного поля. Лише за таких умов можна гарантувати якісну санацію патологічного осередку та дотримання принципу малотравматичності щодо оточуючих тканин [1]. Одним із визначальних факторів в досягненні мініінвазивності в ринохірургії є застосування оптимальних ощадливих хірургічних

доступів, вибір яких на даний час в значній мірі залежить від візуалізаційних можливостей ендоскопічної техніки, зокрема характеристик кутового бачення ендоскопів.

На сьогодні розроблені ендоскопи із різними кутами оптичної осі – від 0° до 120°. Найбільш часто при ендоскопічній ринохірургії використовуються ендоскопи з кутами 0°, 30°, 45° та 70° діаметром 4 та 2,7 мм [2]. Також запропонована оптика із змінюваною величиною кута оптичної осі, яка дозволяє уникнути частоті заміни ендоскопів.

скопів під час виконання втручання [3].

При виборі ендоскопів оцінити їх фактичні оптичні можливості лише за технічною характеристикою виробника досить складно, адже, як правило, вказуються 3 основні показники: кут оптичної осі, діаметр та довжина ендоскопу. І якщо оптична вісь ендоскопу є характеристика стала для пристроїв різних виробників, то межі поля візуалізації можуть суттєво відрізнятися.

Методи визначення оптичних характеристик ендоскопів стандартизовані за ISO 8600-3. Технології, що зазвичай застосовуються для встановлення оптичних характеристик, є досить складними і, як правило, проводяться в умовах оптичної лабораторії. Також їм притаманна суттєва величина похибки, особливо у випадках короткої фокусної відстані [4]. А хірурги хоч і орієнтуються на заявлені технічні характеристики ендоскопу, але в реальній роботі оцінюють їх «на око».

Практика показує, що незважаючи на досить стандартну величину кута огляду -  $60^\circ$  для традиційних ендоскопів та  $90^\circ$  - для ширококутових [5], реальна їх величина може відрізнятися від заявленого, а отже потребує оцінки для кожного окремого зразка.

Це особливо важливо при плануванні і виконанні ендоназальних втручань на передніх відділах верхньощелепного синусу. Достатньо ве-

ликий кут огляду дозволяє розширити можливість використання того чи іншого малоінвазивного доступу, зменшити необхідність заміни ендоскопів з різними кутами в ході втручання та підвищити якість його виконання [6].

#### Мета дослідження

Поліпшити методику вибору хірургічного доступу до верхньощелепного синусу з врахуванням оптичної осі та фактичної величини поля обзору ендоскопа.

#### Матеріал та методи дослідження

Для досягнення поставленої мети нами було виконано моделювання процесу вибору оптимального варіанту доступу до верхньощелепного синусу на основі власної методики прогнозування візуалізації ділянок просвіту синусу [7]. Для оцінки доцільності визначення фактичного кута огляду ендоскопа нами здійснено порівняння застосовування загальноприйнятих величин кута огляду ендоскопів і результатів оцінки фактичних меж поля огляду ендоскопа за нашою методикою. Вона базується на візуальній оцінці зображення, яке формується в ендоскопі при розміщенні його в діагностичне положення запропонованого нами пристрою (рис. 1) [8].

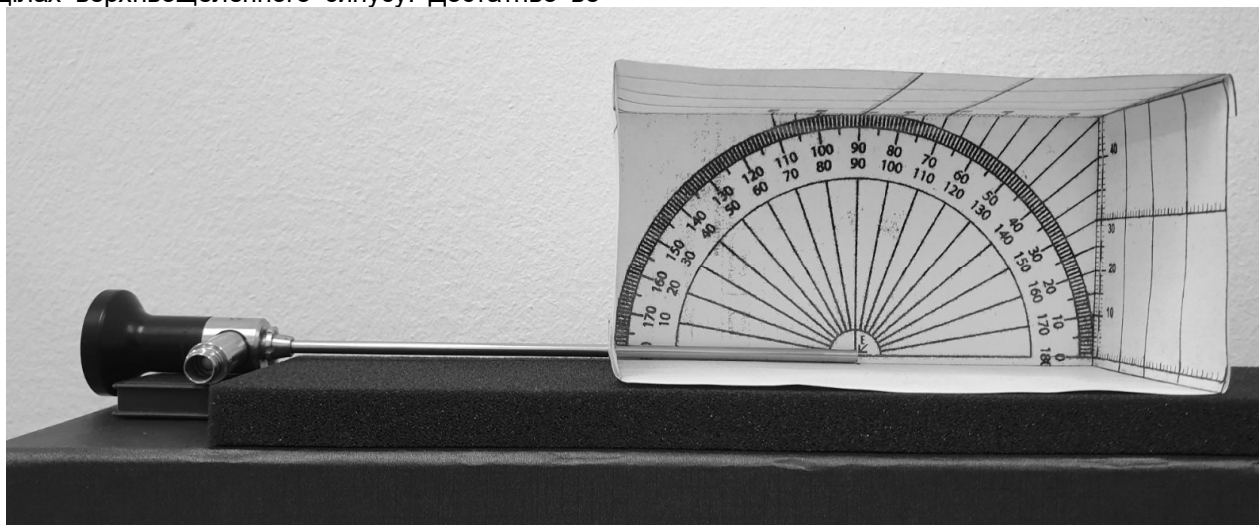


Рис. 1. Видяг пристрою для оцінки поля огляду ендоскопа із ендоскопом, встановленим всередині пристрою у вихідне положення для виконання вивчення поля обзору.

Пристрій має форму паралелепіпеда із цільними 5-ма стінками та відсутньою чи прозорою 6-ю (рис. 1). В куті однієї із сторін є отвір для введення ендоскопа так, щоб після його введення він міг бути розміщений вздовж двох прилеглих сторін пристрою (нижньої та бічної, остання – є протилежною прозорій стінці). На бічній стінці пристрою нанесене маркування (стрілка та літера E), яке вказує місце розміщення центру об'єктиву ендоскопа та шкала для візуальної оцінки кутів огляду. Ендоскоп слід розмістити так, щоб він був паралельним нижній та бічній стінкам з центром на рівні мітки на бічній стінці,

а направити окуляр, для ендоскопів з кутом осі відмінним від  $0^\circ$ , в напрямку протилежному нижній стінці. На стінках, що протилежні тій, в якій зроблено отвір для введення ендоскопа та протилежній нижній, нанесено градуювання, на якому позначено поділкі кутів. Пристрій розрахований на можливість тестування ендоскопів з кутами оптичної осі від  $0^\circ$  до  $90^\circ$ .

На рівні найбільш частих кутів риноендоскопів ( $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $70^\circ$  та  $90^\circ$ ) нанесена перпендикулярно розміщена шкала з поділками ділення в  $1^\circ$  для визначення меж поля огляду і у напрямку перпендикулярному осі ендоскопу.

Межі кута огляду визначаються шляхом розміщення ендоскопа, що тестується згідно інструкції, відмічаються крайні точки, які можна побачити в окуляр по осі ендоскопа та паралельно їй.

Перевагою запропонованого пристрою є простота виготовлення, зручність використання та легка відтворюваність тестування. Пристрій аналогічного принципу може застосовуватись для ендоскопів різних діаметрів шляхом корекції розміщення шкали на бічній стінці (відстань від стінки, на якій розмішений ендоскоп, до нульової шкали транспортиру має бути  $\frac{1}{2}$  діаметра ендоскопа).

Для оцінки ефективності запропонованої методики нами виконано тестування трьох ендоскопів різних виробників із оптичною віссю  $70^\circ$ , у порівнянні з методикою Wang Q. et al. (2017).

Особливостями останньої є те, що вона базується на аналізі зображення, яке формується в ендоскопі при огляді стандартної картинки у вигляді мішені. Лист з картинкою розміщується на стандартній відстані від об'єктива ендоскопа і під кутом, який відповідає куту оптичної осі останнього.

Статистична обробка отриманих даних виконувалась із застосуванням визначення критерію  $\chi^2$  Пірсона.

### Результати дослідження та їх обговорення

Результати, отримані в процесі замірів поля огляду ендоскопів визначені за методикою Wang Q. et al. (2017) і методикою запропонованою нами, представлені в табл. 1.

Таблиця 1  
Показники величини поля огляду ендоскопів  $70^\circ$

Ендоскопи	Методики, за якими проводилось визначення поля обзору ендоскопу.					
	Наша методика			Метод Wang Q. et al (2017)		
	макс. кут обзору	мін. кут обзору	бічний кут обзору	макс. кут обзору	мін. кут обзору	бічний кут обзору
Ендоскоп 1	32,3±0,3	103,3±0,3	36,6±0,3	32,3±0,3	104,7±0,3	35,0±0,1
Ендоскоп 2	30,6±0,3	105,3±0,3	36,3±0,3	30,3±0,3	103,0±0,1	36,6±0,7
Ендоскоп 3	27,6±0,3	107,3±0,3	41,3±0,3	28,0±0,1	106,6±0,3	39,3±0,3
	$p_{1-2}>0,05$ $p_{2-3}\leq 0,05$ $p_{1-3}\leq 0,05$	$p_{1-2}\leq 0,05$ $p_{2-3}\leq 0,05$ $p_{1-3}\leq 0,05$	$p_{1-2}>0,05$ $p_{2-3}\leq 0,05$ $p_{1-3}\leq 0,05$	$p_{1-2}>0,05$ $p_{2-3}\leq 0,05$ $p_{1-3}\leq 0,05$	$p_{1-2}>0,05$ $p_{2-3}\leq 0,05$ $p_{1-3}\leq 0,05$	$p_{1-2}>0,05$ $p_{2-3}\leq 0,05$ $p_{1-3}\leq 0,05$

Із представлених в табл. 1 даних видно, що результати визначення меж поля огляду запропонованою нами методикою та за методикою Wang Q. et al. (2017) достовірно не відрізняються, що свідчить про порівнювану точність обох методик. Разом з тим у ендоскопа № 3 відмічається достовірна відмінність як максимального, так і мінімального кута огляду від ендоскопів №1 та №2, а поздовжній розмір кута огляду складає  $79,7\pm 0,67^\circ$ , при тому, що у ендоскопа №1 -  $74,7\pm 0,58^\circ$ , а у ендоскопа №2 -  $71,0\pm 0,67^\circ$ .

Отже, при заявлених однакових характерис-

тиках всіх трьох ендоскопів, визначена нами величина поля огляду досить суттєво відрізняються, зокрема, у зразків № 1 та № 3 на  $8,7^\circ$ , а мінімальний кут огляду відповідно на  $4,0^\circ$ . Причому величина кута огляду у всіх зразках ендоскопів, що тестувались, була більшою, ніж передбачена виробником для стандартних ендоскопів ( $60^\circ$ ) [5].

Зразок зображення, отриманого при аналізі оптичних даних ендоскопа з оптичною віссю  $70^\circ$ , представлено на рис. 2.

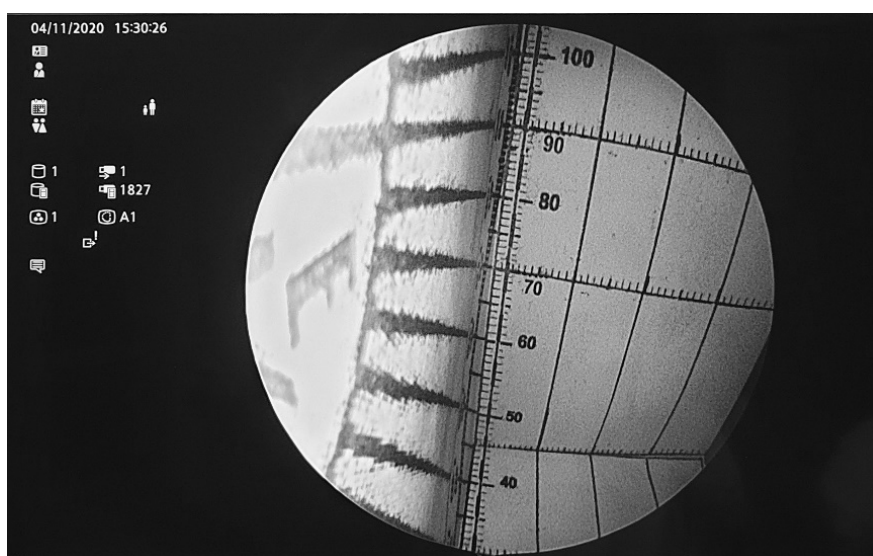


Рис. 2. Зображення меж поля огляду ендоскопа  $70^\circ$ , отримане за допомогою розробленого нами пристрою (максимальний кут огляду -  $30^\circ$ , мінімальний кут огляду -  $104^\circ$ , бічний кут огляду -  $39^\circ$ )

Очевидно, що при однакових інших характеристиках та якості отриманого зображення, яке дозволяють отримати ендоскопи, що тестувались, вирішальним фактором є величина поля огляду, яка найбільшою була у ендоскопа №3, і це один із факторів, яким треба керуватись при купівлі даного типу оптичного обладнання.

Середня тривалість вимірювання величини поля огляду ендоскопа запропонованим нами способом, згідно даних хронометражу, склала  $25,3 \pm 3,2$  с, що достовірно швидше, ніж за методикою Wang Q. et al. (2017) -  $83,7 \pm 2,0$  с ( $P \leq 0,05$ ). Також слід відмітити більшу зручність виконання дослідження за запропонованою методикою.

Для наочності застосування методики вибору доступу приводимо наступний приклад: пацієнту А. показано хірургічне втручання з приводу кісти верхньощелепного синусу. Варіанти доступу, які розглядаються: ендоназальний - через антростомію та альтернативний – (інфратурбінальний або ж сублабіальний). Ностріло-остіомаксиллярний кут складає  $77^\circ$ , а отже для візуалізації передніх відділів кісти при ендоназальному доступі з антростомією необхідний ендоскоп з кутом огляду більше ніж  $180^\circ - 77^\circ = 103^\circ$ . Для ендоскопу  $70^\circ$  ширококутового, згідно технічних характеристик, максимальний кут огляду складає  $112,5^\circ$ , а для стандартного –  $100,0^\circ$ . Отже, можна зробити висновок, що візуалізація необхідної нам ділянки верхньощелепного синусу можлива лише ширококутовим ендоскопом  $70^\circ$ . Проте, згідно проведених нами замірів стандартних ендоскопів різних виробників, ми бачимо, що зразок №3 має достатні оптичні характеристики для успішного застосування в ході втручання, що планується, а отже, при його наявності можна обрати ендоназальний доступ з антростомією, як оптимальний варіант в даному випадку.

### Висновки

При оцінці можливості візуалізації ділянок верхньощелепного синусу необхідно враховувати не лише анатомічні особливості пацієнта, а також і фактичні оптичні характеристики ендоскопів.

Запропонований пристрій для визначення меж поля огляду ендоскопів простий у виготов-

ленні, потребує менше часу для дослідження і дозволяє ефективно і швидше визначити фактичні кути огляду ендоскопа.

Фактичні оптичні характеристики ендоскопів можуть відрізнятися від нормативних, в залежності від виробника, як в меншу, так і в більшу сторону.

Перспективи подальших досліджень за вказаною темою полягають у вдосконаленні ефективності передопераційного планування в ендоскопічній ринохірургії за рахунок прогнозування не лише можливості візуалізації а і доступності операційного поля для окремих видів хірургічного інструментарію. Це сприятиме зниженню травматичності операцій та формуванню персоналізованого підходу для кожного пацієнта.

### Література

1. Alsaleh S, Manji J, Javer A. Optimization of the Surgical Field in Endoscopic Sinus Surgery: an Evidence-Based Approach. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2019; 19: 8 <https://doi.org/10.1007/s11882-019-0847-5>
2. Tajudeen BA, Kennedy DW. Thirty years of endoscopic sinus surgery: What have we learned? *World J Otorhinolaryngol Head Neck Surg.* 2017; 3(2): 115-121. doi: 10.1016/j.wjorl.2016.12.001
3. Klimentov KE, Kryukov AI. Kharakteristika osobennostey primeneniya endoskopa s izmenyaemym uglom obzora pri operatsiyakh na pazukhakh reshetchatoy kosti i klinovidnoy pazukhe: anatomicheskoe issledovanie [Characteristics of the features of the use of an endoscope with a variable viewing angle in operations on the ethmoid sinuses and the sphenoid sinus: anatomical study]. *Vestnik otorinolaringologii.* 2014; 1: 8-11. [Russian]
4. Wang Q, Khanicheh A, Leiner D, Shafer D, Zobel J. Endoscope field of view measurement, *Biomed Opt Express.* 2017; 8: 1441-1454.
5. Han Ch, Huangfu J, Lai LL, Yang Ch. A wide field-of-view scanning endoscope for whole anal canal imaging. *Biomed Opt Express.* 2015; 6: 607-614.
6. Kim DT, Cheng C, Liu DG, Liu KChJ, Huang Sh. Designing a New Endoscope for Panoramic-View with Focus-Area 3D-Vision in Minimally Invasive Surgery. *J Med Biol Eng.* 2020; 40: 204-219. <https://doi.org/10.1007/s40846-019-00503-9>
7. Shkorbotun YaV. Prohnozuvannya mozlyvosti vizualnoho kontrolyu prostoru verkhnooshchepnoho synusa pry endonazalnyi endoskopichnyi haymorotomiyi [Predicting the possibility of visual control of the space of the upper slit sinus in endonasal endoscopic sinusitis]. *Zhurnal vushnykh nosovykh i horlovykh khvorob.* 2014; 1: 70-73. [Ukrainian]
8. Shkorbotun YaV. Sposib otsinky mezh polya obzoru endoskopiv [Evaluation method between fields to review endoscopes]. *Pozytyvne rishennya shcho do vydachi patentu na korysnu model u202003771 vid 06.10.20.* [Ukrainian]
9. Volpi D, Tullis J, Barber PR, Augustyniak EM, Smart SC, Vallis KA, et al. Electrically tunable fluidic lens imaging system for laparoscopic fluorescence-guided surgery. *Biomedical optics express.* 2017; 8(7): 3232-3247. <https://doi.org/10.1364/BOE.8.003232>

### Реферат

ВОЗМОЖНОСТИ МИНИИНВАЗИВНОЙ ЭНДОРИНОХИРУРГИИ С УЧЕТОМ ФАКТИЧЕСКИХ ГРАНИЦ ПОЛЯ ОБЗОРА СОВРЕМЕННЫХ ЭНДОСКОПОВ

Шкорботун Я.В.

Ключевые слова: эндоскопическая ринохирургия, планирование доступа, поле обзора эндоскопа, визуализация.

Одним из определяющих факторов в достижении миниинвазивности в ринохирургии является применение оптимальных хирургических доступов, выбор которых в настоящее время в значительной степени зависит от визуализационных возможностей эндоскопической техники, в частности характеристик углового обзора эндоскопов. Это особенно важно при планировании и выполнении эндоназальных вмешательств на передних отделах верхнечелюстного синуса. Достаточно большой угол обзора позволяет расширить возможности использования того или иного малоинвазивного доступа, уменьшит необходимость замены эндоскопов с различными углами в ходе вмешательства и повысит качество его выполнения. Целью исследования было улучшить методику выбора хирургического доступа к верхнечелюстному синусу с учетом оптической оси и фактической величины поля обзора эндоскопа. Материалы и методы. Было выполнено моделирование процесса выбора оптимального ва-

рианта доступа к верхнечелюстному синусу на основе собственной методики прогнозирования визуализации участков просвета синуса. Для определения фактического угла обзора эндоскопа нами проведено сравнение применения стандартной методики и предложенного нами устройства. Обследовано по 3 эндоскопа с оптической осью 70°, исследования выполнялись трехкратно. Результаты исследования. Установлено, что результаты определения границ поля обзора по предложенной нами методике и по методике Wang Q. et al. (2017) достоверно не отличаются, что свидетельствует о сопоставимой точности обеих методик. При заявленных одинаковых характеристиках всех трех эндоскопов определенная нами величина поля обзора достаточно существенно отличаются, максимально на 8,7°. Причем величина угла обзора во всех образцах эндоскопов тестировались, была больше, чем предусмотрено производителем для стандартных эндоскопов (60°). Средняя продолжительность измерения величины поля обзора эндоскопа предложенным нами способом, по данным хронометража, составила 25,3 ± 3,2 с, что достоверно быстрее, чем по методике Wang Q. et al. (2017) - 83,7 ± 2,0 с (P≤0,05). Также следует отметить большее удобство выполнения исследования по предложенной методике. Выводы. При оценке возможности визуализации участков верхнечелюстного синуса необходимо учитывать не только анатомические особенности пациента, а также и фактические оптические характеристики эндоскопов. Предлагаемое устройство для определения границ поля обзора эндоскопов простой в изготовлении, требует меньше времени для исследования и позволяет эффективно и быстрее определить фактические углы обзора эндоскопа. Фактические оптические характеристики эндоскопов могут отличаться от нормативных.

### **Summary**

POTENTIALS OF MINI-INVASIVE ENDORHINOSURGERY TAKING INTO ACCOUNT THE ACTUAL BOUNDARIES OF THE FIELD OF VIEW OF MODERN ENDOSCOPES

Shkorbotun Ya.V.

Key words: endoscopic rhinosurgery, access planning, endoscope field of view, visualization.

One of the predetermining factors to perform minimally invasive rhinosurgery successfully is the searching for optimal surgical access areas, the choice of which at present mostly depends on the visualization capabilities of endoscopic devices. The angular vision is one of the important factors for planning and performing endonasal interventions on the anterior maxillary sinus. A large viewing angle allows surgeons to expand the potentials of minimally invasive access, reduce the need to replace endoscopes with different angles during the intervention and improve the quality of the surgical procedure. The purpose of this study was to improve the method for selecting surgical access to the maxillary sinus, taking into the optical axis and the actual size of the field of view provided by the endoscope. The simulation of the process of selecting the optimal option for access to the maxillary sinus on the basis of our own method of predicting the visualization of the lumen in the sinus was performed. To determine the actual viewing angle of the endoscope, we compared the application of the standard methodology and the approach we elaborated. 3 endoscopes with a 70° optical axis orientation were examined; the studies were performed three times. We found that the results of determining the boundaries of the field of view according to our technique and to the method of Wang Q. et al. (2017) did not differ significantly, that indicates the comparable accuracy of both methods. With the declared identical characteristics of all three endoscopes, we revealed the magnitude of the field of view differed quite significantly (by a maximum of 8.7°). Moreover, the value of the viewing angle in all samples of endoscopes tested was greater than that provided by the manufacturer for standard endoscopes (60°). The average duration of measuring the magnitude of the field of view of the endoscope by the method we proposed took 25.3 ± 3.2 s that was significantly faster than by the method of Wang Q. et al. (2017), 83.7 ± 2.0 s P≤0.05). We should also stress on the greater convenience of carrying out examinations according to our method. When assessing the potential of the maxillary sinus visualization, it is necessary to take into account not only the individual anatomical features of a patient, but also the actual optical characteristics of endoscopes. The device we designed for determining the boundaries of the field of view of endoscopes is easy to manufacture, requires less time for testing and enables to determine the actual viewing angles of the endoscope quicker and more effectively. Actual optical characteristics of endoscopes may differ from the standards.