

**О. Д. Сташенко, М. І. Бабич, М. С. Опанасенко, О. О. Сірик, Д. Д. Сташенко,
О. В. Терешкович, М. І. Каленіченко, Б. М. Конік, В. Б. Бичковський
ОПТИМІЗАЦІЯ ДОСТУПУ В ВІДЕОТОРАКОСКОПІЧНІЙ ХІРУРГІЇ**

*Херсонський обласний протитуберкульозний диспансер
Державна установа "Національний інститут фізичної та пульмонології імені Ф. Г. Яновського АМН України"*

Широке розповсюдження методики відеоторакоскопічних втручань у діагностичних та лікувальних цілях стало можливим як внаслідок вдосконалення ендоскопічної техніки, так і завдяки її беззастережним перевагам перед відкритими операціями. Це — менша травматичність, більш легкий перебіг післяопераційного періоду, скорочення терміну стаціонарного лікування, економічність, добрий косметичний ефект [3, 6, 8, 9, 12].

Особливістю методики є істотні обмеження для огляду плевральної порожнини та інструментального доступу внаслідок фіксації відеоторакоскопу і маніпуляторів у місцях розміщення торакопортів. Використання кутової оптичної системи, гнучких торакопортів та S-подібного профілю інструментів лише частково зменшує гостроту проблеми оптимального доступу при відеоторакоскопії. На сьогодні розроблені загальні підходи вибору місць розташування торакопортів при різних видах втручань [2, 3, 4, 5, 8, 12], однак більшість авторів підкреслюють, що вибір досить індивідуальний, в залежності від конкретної клінічної ситуації, зумовлений анатомічними особливостями пацієнта, локалізацією патологічного процесу, наявністю плевральних злук.

Об'єктивні критерії ендоскопічного доступу розроблені здебільшого для лапароскопічних операцій [1, 7, 10, 11]. Жорсткий кістковий каркас грудної клітини та анатомічні обмеження у виборі місць розміщення торакопортів зумовлюють значні відмінності геометрії відеоторакоскопічних втручань у порівнянні із лапароскопічними. Таким чином, існує об'єктивна необхідність узагальнення досвіду ендоскопічної хірургії, його адаптація до умов операцій у плевральній порожнині, вибір методу оптимізації відеоторакоскопічного доступу.

Трансформація критеріїв для ендоскопічної хірургії на прикладі лапароскопічної холецистектомії, запропонована А.Н. Тарасовим [10], найбільш повно розроблена і використовує наступну термінологію.

Інструментальний вектор маніпулятора (IB1, IB2 і т.д.) відповідає осі маніпулятора, а **кут операційної дії** (КОД) задається перетином IB1 та IB2. **Інструментальна вісь** (ІВ) утворена бісектрисою КОД. **Інструментальна площа** (ІП) на перетині IB1 і IB2 відповідає терміну "площина операційного втручання" (рис. 1).

Оптична вісь ендоскопа (ООЕ) виходить із точки розміщення відеопорта (ВП) і при використанні "прямої" оптичної системи співпадає з довгою віссю відеоторакоскопа, а при "кутовій" системі (30°, 45°) є перпендикуляром до центра площини об'єктива.

Візуальний робочий простір (ВРП) залежить від відстані між об'єктивом ендоскопа і інструментальною площиною. **Кут огляду** (УО) заданий нахилом ООЕ до ІП і при використанні "кутової" оптичної системи дозволяє розглянути зону втручання з різних боків шляхом ротації

ендоскопу. Зона огляду у більшості ендоскопів складає 90° і більше та зумовлена кутом огляду оптичної системи ендоскопа.

Принцип квадрата (рис. 2) А. Н. Тарасова (патент РФ № 2188587), полягає в побудові діагоналі (ас) між ВП і точкою проєкції зони хірургічного інтересу на поверхню шкіри. Потім, перпендикулярно їй, будується друга діагональ квадрата (db), крайні точки якої є місцями розташування ІП1 та ІП2. Таким чином, відрізки (df) і (bf) являють собою IB2 і IB1 відповідно, а переміщення кута квадрата в глибину, з точки (a) в точку (f), не змінює Pdfb, що співпадає з КОД. Відрізок (fc) в цьому випадку відповідає ІВ і співпадає із віссю ендоскопа.

Нажаль, "принцип квадрату" А. Н. Тарасова методологічно правильний у відношенні побудови "діагоналі інтересу", не допоможе у виборі оптимального доступу в умовах плевральної порожнини.

Більшість авторів після візуальної оцінки стану плевральної порожнини і визначення зони хірургічного інтересу, радять притримуватись "правила трикутника", коли ІП1 і ІП2 розташовуються ближче до голови пацієнта на достатній відстані один від одного, утворюючи основу трикутника. ВП розташовується максимально каудально і утворює вершину трикутника.

Відносно часто зустрічаються рекомендації враховувати можливу конверсію і розміщувати торакопорти по лінії можливої торакотомії або в місцях наступного дренивання плевральної порожнини. Так, при локалізації патології у верхніх відділах плевральної порожнини ВП часто рекомендують встановлювати в VII–VIII міжребер'ях по задній пахвовій лінії, а при патології в задньо-нижній відділах — в III–IV міжребер'ях по передній пахвовій лінії. Для вільного маніпулювання інструментами радять [12] встановлювати ІП на відстані "щонайменше 4 або 5 дюймів".

У літературі наведені типові доступи згідно правила трикутника для "стандартних" відеоторакоскопічних втручань, але практично завжди дається порада про індивідуальний вибір місць розташування інструментальних торакокопів [2, 3, 4, 5, 8, 12].

Проте всі ці правила трикутника мають наступні недоліки:

1) неможливість повноцінного візуального контролю: неправильний кут зору, перекривання інструментами оптичної осі ендоскопу, дзеркальне відображення — переміщення інструмента у протилежний від реального бік;

2) ускладнення маніпуляцій: низька точність рухів, "ефект фехтування" при розташованих поряд паралельних інструментах, стикання або перехрещення інструментів і оптичної системи;

3) непропорційний розмах рухів ззовні (ризик порушення стерильності) або всередині порожнини, що може призвести до механічного або електротермічного ушкодження легені, діафрагми, серця, середостіння;

4) значне згинання (при КОД > 1000) або розгинання (< 500) кистей рук хірурга, що призводить до невірної перевтоми та втрати точності маніпуляцій;

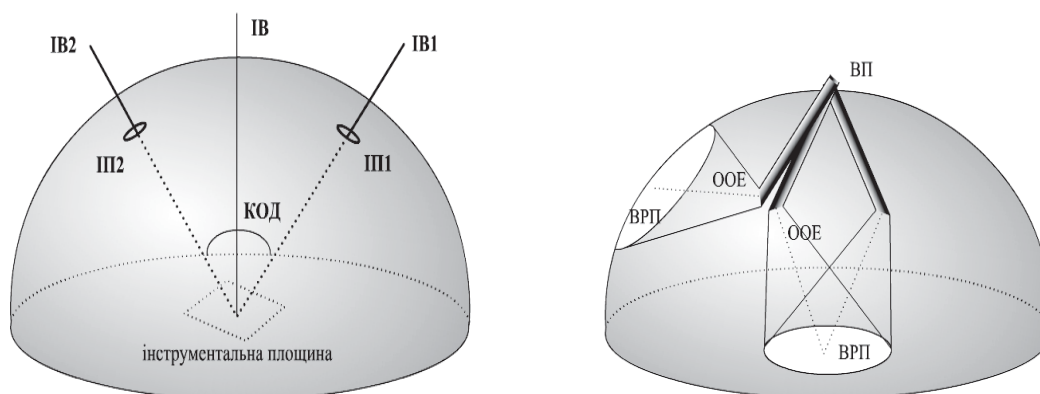


Рис. 1. Термінологія ендоскопічної хірургії, запропонована А. Н. Тарасовим (роз'яснення в тексті)

5) необхідність встановлення додаткових торако-скопів для виправлення ситуації або вимушена конверсія в торакотомію підвищує травматичність втручання;

6) не враховуються індивідуальні особливості анатомії пацієнта, можливі аномалії розвитку та особливості самого патологічного процесу.

Все перераховане збільшує тривалість операції, підвищує вірогідність інтра- та післяопераційних ускладнень, погіршує віддаленні результати операції.

Тому основною метою дослідження було удосконалення методики відеоторакоскопічних втручань, яка не тільки дозволяє об'єктивізувати вибір відеоторакоскопічного доступу, максимально врахувати індивідуальні особливості пацієнта і клінічної ситуації, але й прогнозувати можливі технічні складності шляхом з'ясування об'єму робочого простору і зони оперативного огляду.

Матеріали і методи

Для вирішення поставленої мети нами проведено удосконалення доступів у відеоторакоскопічній (ВТС) хірургії шляхом застосування оригінальної віртуальної моделі взаєморозташування ВТС-інструментів у 3-х вимірній реконструкції патологічної зони на основі спіральної комп'ютерної томографії (СКТ), чим досягається одно-значно визначене розташування торакопортів у хворого із конкретною патологією (індивідуалізація), у результаті чого досягається: зменшення рівня інтраопераційних ускладнень і летальності, мінімізація оперативної травми (відпадає необхідність використовувати додаткові торакопорти, а також виконання торакотомії), зменшення часу оперативного втручання, покращання візуалізації зони операції (відсутність дзеркального ефекту — плутається права і ліва сторони) і перехресту інструментів в полі зору.

Задача була вирішена тим, що для визначення місць розташування торакопортів при ВТС хірургії згідно запропонованої методики виконується СКТ органів грудної порожнини (шаг 1 мм), на базі отриманих даних якої створюється 3-х вимірний реконструкція патологічної зони, остання переміщується в 3-х вимірний редактор і використовується оригінальна 3-х вимірний модель взаєморозташування ВТС інструментів.

Проведений ретроспективний аналіз 215 власних відеоторакоскопічних втручань впевнив нас у необхідності використання даної методики, яка не тільки дозволяє об'єктивізувати вибір відеоторакоскопічного доступу, максимально врахувати індивідуальні особливості пацієнта і клінічної ситуації, але й прогнозувати можливі технічні ускладнення шляхом з'ясування об'єму робочого простору і зони оперативного огляду.

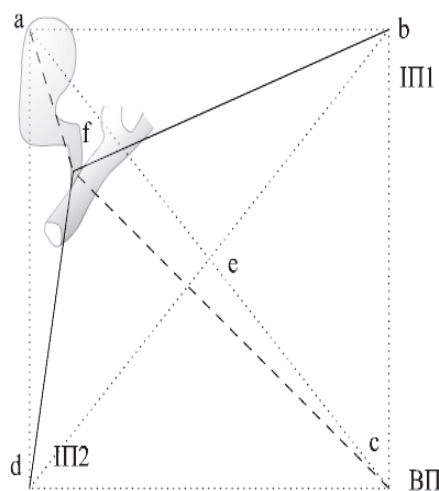


Рис. 2. Розміщення інструментальних торакопортів та відеоторакоскопу згідно "правила квадрату" (пояснення в тексті)

Отримані результати

Нами був проведений ретроспективний аналіз 215 власних відеоторакоскопічних втручань. Запропонований спосіб оптимізації доступу у відеоторакоскопічній хірургії був використаний у 112 хворих, у 103 хворих розташування торакопортів визначали по правилу трикутника без застосування 3-х вимірної моделі взаєморозташування ВТС інструментів. Результати наведено в таблиці.

Аналізуючи дані таблиці 1 необхідно відмітити, що у порівнянні із розташуванням торакопортів по правилу трикутника, розроблений спосіб, дозволив:

1. Знизити неможливість повноцінного візуального контролю з 23,3 % до 2,6 % випадків (в 8,9 рази).
2. Знизити технічне ускладнення виконання маніпуляцій з 31,1 % до 3,5 % випадків (в 8,8 рази).
3. Знизити непропорційний розмах рухів ззовні з 33,0 % до 1,7 % випадків (в 19,4 рази).
4. Знизити значне згинання (при КОД > 1000) або розгинання (< 500) кистей рук хірурга з 20,3 % до 0.
5. Знизити необхідність встановлення додаткових торако-скопів для виправлення ситуації з 23,3 % до 0,9 % випадків (в 25,8 рази).
6. Знизити рівень вимушеної конверсії в торакотомію з 7,7 % до 0.
7. Зменшити рівень інтра- та післяопераційних ускладнень з 18,4 % до 1,7 % випадків (в 10,8 рази).

Таблиця

Порівняльна оцінка ефективності застосування 2-х способів взаєморозташування ВТС інструментів

№ п/п	Клінічні показники	Спосіб взаєморозташування	
		Запропонований спосіб (112 хворих)	Розташування торакопортів по правилу трикутника (103 хворих)
1	Неможливість повноцінного візуального контролю	3 (2,6 %)	24 (23,3 %)
2	Технічне ускладнення виконання маніпуляцій	4 (3,5 %)	32 (31,1 %)
3	Непропорційний розмах рухів ззовні	2 (1,7 %)	34 (33,0 %)
4	Значне згинання (при КОД > 1000) або розгинання (< 500) кистей рук хірурга	—	21 (20,3 %)
5	Необхідність встановлення додаткових торакоскопів для виправлення ситуації	1 (0,9 %)	24 (23,3 %)
6	Вимушена конверсія в торакотомію	—	8 (7,7 %)
7	Інтра- та післяопераційні ускладнення	2 (1,7 %)	19 (18,4 %)
8	Тривалість операції (хв.)	30–159 хв.	45–245 хв.
9	Задовільні віддалені результати операції	109 (97,3 %)	86 (83,4 %)

8. Зменшити тривалість операції на 15–86 хвилин.

9. Покращити задовільні віддалені результати операції з 83,4 % до 97,3 % випадків (на 13,9 %).

Обговорення

Наведена нами методика була запропонована із наступних міркувань. На сьогодні СКТ фактично є золотим стандартом обстеження при самій різній патології органів грудної порожнини. Окрім того, СКТ має багато беззаперечних переваг — неінвазивність, можливість одночасної візуалізації кісткових і м'якотканинних структур, а також дозволяє визначити положення точки в різних проєкціях, що принципово важливо для просторової орієнтації при виборі відеоторакоскопичного доступу. Тому використання даного методу сприятиме підвищенню діагностичної цінності обстеження хворого.

Також відомо використання 3-х вимірної реконструкції патологічної зони (яка створюється на базі даних, отриманих при СКТ) в навчальних та демонстраційних цілях для візуалізації та наочного відображення патологічних змін органів та їх взаємного розташування. Після I міжнародного симпозиуму, присвяченому віртуальному моделюванню (Сідней, 1990 р.), були розроблені методики 3-вимірної візуалізації за даними комп'ютерної або магнітно-резонансної томографії. Принцип об'єднання послідовності отриманих растрових зображень в 3-вимірну структуру забезпечується впорядкованим виділенням контурів зони діагностичного інтересу в спеціалізованих програмних продуктах.

Одним із найбільш привабливих рішень є програма 3D-DOCTOR (www.ablesw.com/3d-doctor/) компанії Able Software Corp., яка дозволяє на основі послідовності будь-яких зображень (включаючи СКТ, магнітно-резонансну томографію, навіть електронну мікроскопію) створити 3-вимірний об'єкт.

Після проведення реконструкції на 3-вимірному зображенні з'ясовується положення зони максимального оперативного інтересу і в режимі візуалізації кісткових структур проводиться розміщення "віртуальних торакопортів" у будь-якому 3D редакторі. Тому застосування даної методики сприятиме об'єктивній індивідуалізації діагностично-лікувальних заходів у конкретного хворого з конкретною патологією.

До наступного часу можливості 3-х вимірного моделювання в спеціалізованих редакторах (Maya, 3Dmax,

Lightvawe та інші) в практичній медицині не використовувалися. Тому нами запропоновано використання редактора даного класу програм комп'ютерного моделювання на базі використання 3-х вимірної реконструкції патологічної зони, що в свою чергу дозволяє визначити єдине оптимальне просторове розташування зони оперативного втручання, маніпуляторів, відеоторакоскопу, і таким чином вибрати оптимальні місця розташування торакопортів і ліквідувати існуючі недоліки.

З метою створення оптимальних умов для ефективної взаємодії основних інструментів необхідно встановити обмеження, зумовлені досвідом ендоскопічних операцій (рис. 3):

1) кут між ІП і будь-яким інструментом має знаходитись у межах 30–90° при умові збереження КОД в межах 50–100°.

2) площа інструментів, що включає ІВ1 і ІВ2, повинна мати кут нахилу до ІП також в межах 30–90°.

3) кут нахилу ООЕ до ІП має знаходитись в межах 30–90°. При меншому куті неможлива адекватна візуалізація зони інтересу, а при зростанні кута більше прямого виникає ефект дзеркальності, різко ускладнюючий контроль маніпуляцій.

4) кут між ООЕ і ІВ має бути не менше 20°, інакше інструменти і оптика починають заважати один одному, а проведення інструмента через ООЕ може повністю перекрити всю область втручання.

Такий механізм обмежень можна реалізувати, наприклад, в пакеті 3-вимірної графіки 3ds max компанії Autodesk Inc. (www.discreet.com/remote/3dsmax), використавши модифікацію параметрів Rotation Joints по відповідним осям послідовно до всіх векторів.

Таким чином, модель являє собою віртуальну площину, яка відповідає зоні хірургічного інтересу та 3-м векторам (відеоторакоскоп та 2 інструмента), жорстко обмеженими їх взаєморозташуванням. Створений віртуальний об'єкт, утворений з трьох векторів (ІВ1, ІВ2, ООЕ) і "площини" ІП, розміщується в просторі 3-вимірної реконструкції грудної клітини пацієнта таким чином, щоб ІП відповідала зоні хірургічного інтересу, а перетин векторів із поверхнею шкіри дає точки розміщення торакопортів. Задані обмеження взаємного розташування векторів гарантують оптимальне розташування інструментів в плевральній порожнині.

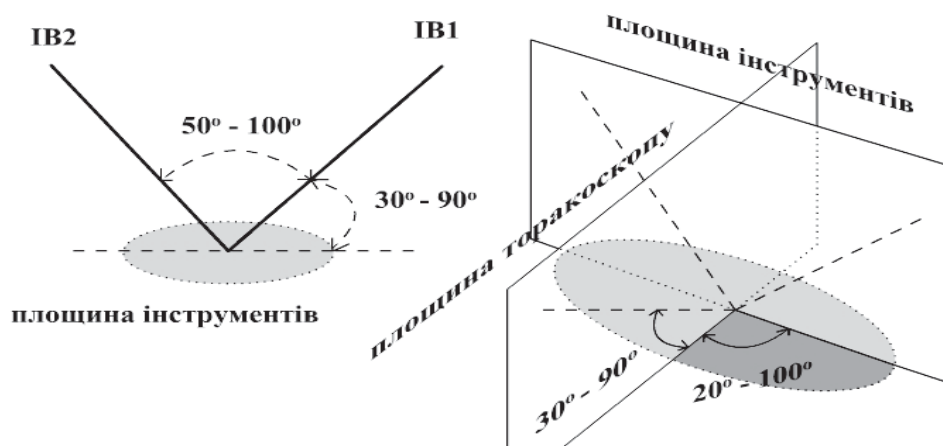


Рис. 3. Обмеження взаєморозташування інструментів та відеоторакоскопу на 3-вимірній моделі

Проведений ретроспективний аналіз 215 власних відеоторакоскопічних втручань впевнив нас (див. табл.) в необхідності використання даної методики, яка не тільки дозволяє об'єктизувати вибір відеоторакоскопічного доступу, максимально врахувати індивідуальні особливості пацієнта і клінічної ситуації, але й прогнозувати можливі технічні складності шляхом з'ясування об'єму робочого простору і зони оперативного огляду.

Висновок

Таким чином, наведена методика, яка основана на використанні сучасних комп'ютерних технологій 3-вимірного моделювання, може з успіхом застосовуватись для визначення оптимального доступу у конкретного пацієнта, якому планується відеоторакоскопічне втручання, в результаті чого досягається: зменшення рівня інтраопераційних ускладнень і летальності, мінімізація оперативної травми (відпадає необхідність використовувати додаткові торакоскопічні порти, а також виконання торакотомії), зменшення часу оперативного втручання, покращання візуалізації зони операції (відсутність дзеркального ефекту — плутається права і ліва сторони) і перехресту інструментів у полі зору.

Стаття виконана за кошти держбюджету.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бондарев А. А. Критерии оценки оперативных доступов в эндохирургии [Текст] / А. А. Бондарев, А. Д. Мясников, И. А. Работский // Эндокопическая хирургия. — 2003. — № 4. — С. 47–53.
2. Гетьман В. Г. Клиническая торакоскопия [Текст] / К.: Здоров'я, 1995. — 208 с.
3. Видеоторакоскопические операции в хирургии и гинекологии [Текст] / В. Н. Запорожан, В. В. Грубник, В. Ф. Саенко, М. Е. Нечитайло // Київ: Здоров'я, 2000. — 304 с.
4. Ковалев Д. В. Торакоскопия в современной онкологии [Текст] // Анналы хирургии. — 2000. — № 3. — С. 23–26.
5. Комаров И. В. Видеоассистированная торакоскопия: решение трудных ситуаций [Текст] / И. В. Комаров, Т. С. Отто // Эндокопическая хирургия. — 1997. — № 4. — С. 42–48.
6. Торакоскопическая диагностика плевритов [Текст] / В. А. Мартынюк [и др.] // Материалы научно-практической конференции, посвященной 50-летию Одесской областной противотуберкулезной клинической больницы с отделением для ИОВ, Одесса — 2002. — С. 74–79.
7. Петришин В. Л. Адаптация параметров оперативного действия в видеоторакоскопии [Текст] // Эндокопическая хирургия. — 2000. — № 6. — С. 25–27.
8. Сигал Е. И. Оперативная видеоторакоскопия при заболеваниях органов грудной полости [Текст]: автореф. дис. ... док. мед. наук. 14.01.01 / Сигал Евгений Иосифович. — Москва, 1999. — 32 с.
9. Сигал Е. И. Видеоторакоскопическая парастернальная лимфаденэктомия как метод диагностики и лечения рака молочной желе-

зы [Текст] / Е. И. Сигал, А. Х. Исмагилов, Р. Г. Хамидуллин, Э. В. Нагуманов, Х. М. Губайдуллин // Эндокопическая хирургия. — 2000. — № 4. — С. 17–22.

10. Тарасов А. Н. Стереометрия эндокопического доступа [Текст] // Эндокопическая хирургия. — 2005. — № 6. — С. 30–36.
11. Устинов О. Г. Критерии оценки эндокопических доступов [Текст] / О. Г. Устинов, Ю. М. Захматов, В. Г. Владимиров // Эндокопическая хирургия. — 2003. — № 1. — С. 39–42.
12. Франтзайдес К. Лапароскопическая и торакоскопическая хирургия [Текст] / пер. с англ. Москва.- Санкт-Петербург.: Издательство БИНОМ — "Невский Диалект", 2000. — 320 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ДОСТУПУ В ВІДЕОТОРАКОСКОПІЧНІЙ ХІРУРГІЇ

О. Д. Стащенко, М. І. Бабич,
М. С. Опанасенко, О. О. Сірик,
Д. Д. Стащенко, О. В. Терешкович,
М. І. Каленіченко, Б. М. Конік,
В. Б. Бичковський

Резюме

З метою удосконалення проведення відеоторакоскопічних втручань була застосована методика, яка основана на використанні сучасних комп'ютерних технологій 3-вимірного моделювання. Дана методика дозволяє не тільки об'єктизувати вибір відеоторакоскопічного доступу, максимально врахувати індивідуальні особливості пацієнта і клінічної ситуації, але й прогнозувати можливі технічні складності шляхом з'ясування об'єму робочого простору і зони оперативного огляду. В результаті чого досягається: зменшення рівня інтраопераційних ускладнень і летальності, мінімізація оперативної травми, зменшення часу оперативного втручання, покращання візуалізації зони операції і перехресту інструментів у полі зору.

OPTIMIZATION OF APPROACH IN VIDEOTHORACOSCOPIC SURGERY

O. D. Stashenko, M. I. Babich,
M. S. Opanasenko, O. O. Sirik,
D. D. Stashenko, O. V. Tereshkovich,
M. I. Kalenichenko, B. M. Konik,
V. B. Bychkovsky

Summary

In order to improve videothoroscopic intervention the authors introduced a method, based on implementation of novel computer technology of 3D modeling. Proposed method allows not only to choose operative approach, considering individual patient's features, but also to predict possible technical difficulties by means of determining of working space volume and zone of operative view. Using this method we reduced the rate of intra-operation complications and lethality, minimized operation injury, shortened the time of intervention, improved visual control and position of instrument during the intervention.