

Ukr Neurosurg J. 2021;27(1):29-33
doi: 10.25305/unj.222868

Ультразвукова доплерографія при хірургічному лікуванні аденом гіпофіза із поширенням у печеристу пазуху

Аксьонов Р.В., Паламар О.І., Гук А.П., Оконський Д.І., Тесленко Д.С.

Відділення ендоскопічної та краніофасіальної нейрохірургії з групою ад'ювантних методів лікування, Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України, Київ, Україна

Надійшла до редакції 11.01.2021
Прийнята до публікації 22.02.2021

Адреса для листування:

Аксьонов Руслан Валерійович,
відділення ендоскопічної та краніофасіальної нейрохірургії,
Інститут нейрохірургії ім. акад.
А.П. Ромоданова, вул. Платона
Майбороди, 32, Київ, 04050,
Україна, e-mail: aksyonovrv@gmail.
com

Мета: визначити ефективність застосування інтраопераційної ультразвукової доплерографії (ІУЗД) при хірургічному лікуванні аденом гіпофіза (АГ) з інвазивним параселярним ростом у печеристу пазуху Кноспр 3 та 4.

Матеріали і методи. Проведено ретроспективний аналіз результатів лікування 71 хворого з АГ з поширенням на печеристу пазуху Кноспр 3 та 4. За розмірами АГ розподілили на макро-АГ (від 10 до 40 мм) – у 45 (63,4%) хворих та велетенські АГ (>40 мм) – у 26 (36,6%). Інвазію печеристої пазухи Кноспр 3 та 4 виявлено у 47 (66,2%) і 24 (33,8%) хворих відповідно. За гормональною активністю виділено групи гормонально неактивних АГ (43 (60,5%) хворих) та гормонально активних АГ (28 (39,4%)). У всіх спостереженнях застосовано трансфеноїдальний ендоскопічний доступ, у 29 – латерально розширений трансфеноїдальний ендоскопічний доступ. Інтраопераційну ультразвукову доплерографію використано у 36 (51%) випадках.

Результати. Інтраопераційну ультразвукову доплерографію застосовано при Кноспр 3 у 23 (32,4%) випадках та при Кноспр 4 – у 13 (18,3%). З використанням ІУЗД радикального видалення АГ, зокрема поширення в порожнину печеристої пазухи, досягнуто у 22 (62,7%) хворих. У групі хворих без застосування ІУЗД кількість тотально видалених АГ становила 19 (52,7%). У випадках, коли ІУЗД не використовували, частота рецидивів АГ становила 7,3%, при застосуванні ІУЗД – 5,0%. Клініко-лабораторної ремісії досягнуто у 22 (78,6%) випадках. Назальну лікворею в післяопераційний період спостерігали у 6 (8,4%) пацієнтів, менінгоенцефаліт – в 1 (1,4%), окорохові порушення – у 3 (4,2%).

Висновки. Інтраопераційна ультразвукова доплерографія є інформативним методом, який забезпечує безпечне видалення АГ з поширенням у порожнину печеристої пазухи з низьким рівнем можливих післяопераційних ускладнень. Поширення АГ параселярно Кноспр 4 значно знижує можливість радикального їх видалення, але застосування ІУЗД дає змогу визначити безпечні межі для маніпуляції як медіальніше, такі і латеральніше від внутрішньої сонної артерії, збільшуючи рівень радикальності та тривалість клінічної ремісії. Ультразвукова інтраопераційна доплерографія під час трансфеноїдальної ендоскопічної хірургії АГ з параселярним поширенням дає змогу ідентифікувати внутрішню сонну артерію в стромі пухлини при змінній анатомії основи черепа. Виконання розрізу твердої мозкової оболонки під контролем доплерографії зменшує ризик травми внутрішньої сонної артерії.

Ключові слова: печериста пазуха; хірургія аденом гіпофіза; ендоскопічна хірургія; ультразвукова доплерографія

Вступ

Інвазія печеристої пазухи при аденомах гіпофіза (АГ) ускладнює проведення хірургічних маніпуляцій, підвищує частоту інтраопераційної травми інтракавернозного відділу внутрішньої сонної артерії (ВСА) і ризик виникнення інтраопераційної ліквореї, що передбачає часткове хірургічне видалення пухлини. Тому інвазія печеристої пазухи впливає на подальше ведення і прогноз щодо АГ [1,2]. З огляду на відсутність кісткових бічних стінок у гіпофізарній ямці поширення макро- і велетенських АГ відбувається переважно в параселярному напрямку (6–10% випадків).

Розвиток та інтеграція сучасних навігаційних систем сприяли використанню їх у випадках інва-

зивного росту пухлин і втрати анатомічних структур в операційному полі [3–5]. Застосування сучасної нейронавігаційної техніки стає невід'ємною складовою хірургії АГ з параселярним поширенням. Однак більшість операцій при АГ проводять без використання портативних навігаційних систем, ґрунтуючись на досвіді хірурга і орієнтуванні в анатомічних структурах.

В великій кількості досліджень продемонстровано залежність між зменшенням обсягу видалення АГ та поширенням пухлини в печеристу пазуху [7–10]. Ступінь інвазії в печеристу пазуху є чинником, який впливає на радикальність видалення пухлини [11], іншим критерієм є інтраопераційне визначення критичних анатомічних орієнтирів, що дає змогу



провести безпечно видалення латерального поширення АГ [13]. Травма ВСА залишається одним із серйозних та фатальних ускладнень при трансфеноїдальній хірургії (як при мікрохірургії, так і при ендоскопії) [14,15]. Застосування інтраопераційної ультразвукової доплерографії (ІУЗД) дає змогу своєчасно виявити артерію та запобігти її травмуванню під час видалення пухлини [16]. Наявних анатомічних орієнтирів (носова перетинка, хоани, дно турецького сідла, параклівальні кісткові виступи ВСА та опто-каротидні заглиблення) зазвичай достатньо для правильно орієнтованого та безпечно підходу до пухлини. Однак у деяких випадках ці орієнтири не вдається виявити, зокрема при повторних операціях, у пацієнтів із значним інфраселлярним ростом пухлин, при акромегалії [14,17]. З метою зниження ризику травми ВСА для визначення правильної траєкторії доступу при стандартному трансфеноїдальному ендоскопічному доступі (ТЕД) та латерально-розширеному ТЕД можна використовувати різні навігаційні системи. Однак, на думку деяких дослідників, ІУЗД є ефективнішим методом інтраопераційної навігації та дає змогу в режимі реального часу визначити положення ВСА, оцінити чіткі та безпечні межі розрізу твердої мозкової оболонки [18–20].

Мета: визначити ефективність застосування інтраопераційної ультразвукової доплерографії при хірургічному лікуванні аденом гіпофіза з інвазивним параселлярним ростом у печеристу пазуху Knosp 3 та 4.

Матеріали і методи

Проведено мультицентрове ретроспективне дослідження. Проаналізовано історію хвороби 208 хворих за період з 2009 до 2017 рр. з діагнозом АГ. У дослідження залучено 71 хворого.

Критерії залучення пацієнтів:

1. Хворі з АГ будь-якої статі та віку, котрі проходили стаціонарне лікування в Інституті нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України, Інституті отоларингології імені проф. О.С. Коломійченка НАМН України та Одеській обласній клінічній лікарні в період з 2009 до 2017 рр.
2. Інвазивне параселлярне поширення пухлини в печеристу пазуху Knosp 3 та 4.
3. Діагноз верифіковано гістологічно та/або за допомогою нейровізуальних технологій.

Дизайн дослідження

Магнітно-резонансну томографію головного мозку з прицільною візуалізацією гіпофіза виконано всім пацієнтам, у 67 (94,3%) випадках – МРТ з внутрішньовенним парамагнітним контрастуванням препаратами гадолінію, за потреби – спіральну комп'ютерну томографію.

За розміром АГ розподілили на макро-АГ (від 10 до 40 мм) та велетенські АГ (>40 мм). Для визначення ступеня поширення АГ у печеристу пазуху використовували класифікацію Е. Knosp та співавт. [6].

Виділено дві досліджувані групи: з використанням ІУЗД – 36 (51%) випадків та без застосування ІУЗД – 35 (49%). Інтраопераційну ультразвукову доплерографію проводили за допомогою датчика "Mizuho" 20 Гц. Оцінено ефективність ІУЗД при АГ. Вибір типу ТЕД і застосування ІУЗД залежали від ступеня поширення АГ у печеристу пазуху. В усіх спостереженнях

використано ТЕД, у 29 – латерально розширений ТЕД. Операції проводили із застосуванням ендоскопічної стійки на базі HD-ендоскопа "Image-1HD" (Karl Storz, Німеччина). Як основний інструмент візуалізації операційного поля використовували ригідну ендоскопію "Karl Storz" діаметром 4 мм з кутами огляду 0 та 35°.

Катанез спостереження за 71 хворим становив від 12 до 60 міс, у середньому –25,4 міс (2,1 року).

Характеристика групи дослідження

Чоловіків було 42 (59,2%), жінок – 29 (40,8%). Вік хворих – від 18 до 72 років, середній вік – (48,24±13,9) року.

У 71 хворого виявлено поширення АГ у печеристу пазуху Knosp 3 і 4.

Макро-АГ діагностовано у 45 (63,4%) хворих, велетенські АГ – у 26 (36,6%).

Анамнез захворювання становив від 3 до 240 міс.

За гормональною активністю виділено групи гормонально неактивних АГ (43 (60,5%) хворих) та гормонально активних АГ (ГААГ) (28 (39,4%)). Переважали соматотропіноми (12 (42,8%)), дещо менше було АГ із соматотропіном (11 (39,3 %)), третє місце посідали пролактиноми (3 (10,7 %)), по 1 (3,6%) випадку – тиреотропних і аденокортикотропних АГ.

Усі хворі дали письмову згоду на обстеження та використання у наукових дослідженнях даних, наведених в історії хвороби.

Проведення дослідження схвалено комісією з етики та біоетики Інституту нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України (протокол №3 від 6 червня 2016 р.).

Статистичний аналіз

Статистичну обробку даних виконували за допомогою пакета статистичних програм Statistica 10.0 StatSoft Inc. USA. Увесь накопичений матеріал стандартизовано, занесено у базу даних і піддано статистичній обробці з використанням методів описової та непараметричної статистики. Критерій χ^2 Пірсона застосовували для зіставлення частот незалежних категоріальних ознак у таблицях спряженості. Використовували непараметричні критерії. Результати вважали статистично значущими при досягненні p -рівня критерію <0,05.

Результати та обговорення

У 36 (51%) випадках використано ІУЗД для визначення зміни положення ВСА, зокрема при поширенні АГ у печеристу пазуху Knosp 3 у 23 (32,4%) випадках та при Knosp 4 – у 13 (18,3%).

Ідентифікація положення ВСА є важливим моментом при трансфеноїдальному ендоскопічному видаленні АГ з поширенням у печеристу пазуху (**Рис. 1**). Після ідентифікації ВСА можна проводити безпечні маніпуляції як медіальніше, так і латеральніше від ВСА, запобігаючи їй можливій травмі.

М. Rutkowski та G. Zada [21] повідомили про свій досвід лікування 86 пацієнтів з ГААГ, яким проведено видалення АГ з використанням ТЕД, у 21% хворих мало місце поширення в кавернозний синус. З цих інвазивних АГ тотальне видалення було досягнуто у 33,3%. А. Ajlan та співавт. [22] дослідили когорту хворих із 176 АГ, яких переважно лікували ТЕД, і виявили, що у 23% хворих мало місце інвазія печеристої пазухи, що зменшило кількість тотально вида-

лених АГ до 47%. Серед наших спостережень інвазію печеристої пазухи Kno3p 3 та 4 виявлено у 47 (66,2%) і 24 (33,8%) хворих відповідно.

М.А. De Paiva Neto та співавт. [23] повідомили, що велетенські АГ з інвазією печеристої пазухи Kno3p 3 та 4 майже неможливо видалити тотально. Кількість радикально видалених АГ становила 9,6%. З використанням ІУЗД радикального видалення АГ, зокрема з поширенням у порожнину печеристої пазухи, досягнуто у 23 (63,9%) хворих. У групі хворих без застосування ІУЗД кількість тотально видалих АГ становила 18 (51,4%).

Застосування ІУЗД забезпечує безпечність проведення маніпуляцій при видаленні АГ інфра- та параселярною, підвищує радикальність видалення (Табл. 1) та збільшує безрецидивний період. У випадках, коли ІУЗД не використовували, частота рецидивів АГ становила 7,3%, з використанням ІУЗД – 5% (McNemar Chi-square (V/C)=7,56; $p=,005$) (Рис. 2).

Використання ІУЗД при видаленні АГ з параселярним поширенням становило 55,6 % (36). Це дало змогу збільшити частку хворих з радикальним видаленням до 57,8%. Поява рецидиву АГ без використання ІУЗД становила 0,24 (відношення шансів – 2,24 [0,36–13,78], відносний кумулятивний ризик – 2, AUC=0,6). При застосуванні цієї методики шанс виникнення рецидиву складає 0,05 (див. Рис. 2).

Серед хворих з ГААГ відзначено тенденцію до поширення в печеристу пазуху при АГ змішаної секреції: Kno3p 3 – 7 (15%) хворих, Kno3p 4 – 5 (21%). Соматотропні АГ із поширенням у печеристу пазуху Kno3p 3 та 4 траплялись у 8 (72,7%) та 3 (27,3%) пацієнтів відповідно. Найменш інвазивними ГААГ були пролактиноми, тиреотропні та адренотропні АГ, при яких поширення в печеристу пазуху спостерігали у 8, 4 та 2% хворих (Рис. 3).

Клініко-лабораторна ремісія (КЛР) при інвазивних ГААГ із поширенням у печеристу пазуху важко досяжна. Так, V. Vriceno та співавт. [20] у великому метааналізі 14 досліджень вивчили можливість досягнення КЛР у 972 хворих з ГААГ, яким було проведено хірургічне видалення. Вони встановили, що лише у 48% випадків можна було отримати КЛР. М. Rutkowski та G. Zada повідомили про досягнення КЛР при інвазивних АГ у 39% хворих [21].

У нашій серії спостережень КЛР досягнуто у 22 (78,6%) випадках (Табл. 2), зокрема при Kno3p 3 – у 15 (83,3%) хворих, при Kno3p 4 – у 7 (70%).

На досягнення КЛР впливають напрямки поширення АГ, а саме інвазивне поширення в печеристу пазуху, супраселярною і в порожнину 3-го шлуночка. Поширення ГААГ у порожнину 3-го шлуночка спостерігали у 3 (9,4%) хворих, з них лише в 1 досягнуто КЛР.

За даними літератури, ускладнення при хірургії АГ з інвазивним параселярним поширенням та інвазією в печеристу пазуху трапляються у 10% випадків. Гіпопітuitarний синдром виявляється менш ніж у 10% випадків, назальна лікворея – 13,9%, ураження ококорухових нервів – у 6%, травма ВСА – у 2% випадків [21,24–26].

Назальна лікворея є одним з ускладнень після ТЕД з приводу АГ. У нашій когорті хворих мала місце в 5,8% випадків. У загальній вибірці (71 хворий) з макро- та велетенськими АГ із поширенням у печеристу пазуху частота післяопераційної назальної ліквореї становила 8,4%. Попередньо у цих хворих проводили плас-

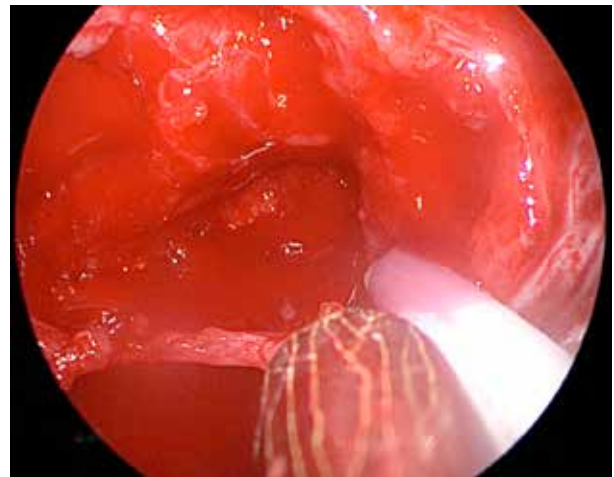


Рис. 1. ІУЗД: 1 – інтракавернозний відділ ВСА; 2 – діафрагма турецького сідла

Таблиця 1. Результати хірургічного лікування аденом гіпофіза із поширенням у печеристу пазуху залежно від застосування ІУЗД

Показник	з ІУЗД (n=36)		Без ІУЗД (n=35)	
	Абс.	%	Абс.	%
Поширення у печеристу пазуху:				
• Kno3p 3	23	63,9	24	68,6
• Kno3p 4	13	36,1	11	31,4
Радикальність:				
• тотальне	23	63,9	18	51,4
• субтотальне	8	22,2	13	37,1
• часткове	6	16,6	4	11,4
Рецидив АГ при тотальному видаленні	1	4,3	4	22,2
Вид ТЕД:				
• стандартний	20	55,6	22	62,9
• розширений	16	44,4	13	37,1
Ускладнення:				
• назальна лікворея та менінгіт	6	16,7	1	2,9
• ококорухові порушення	3	8,3	-	-

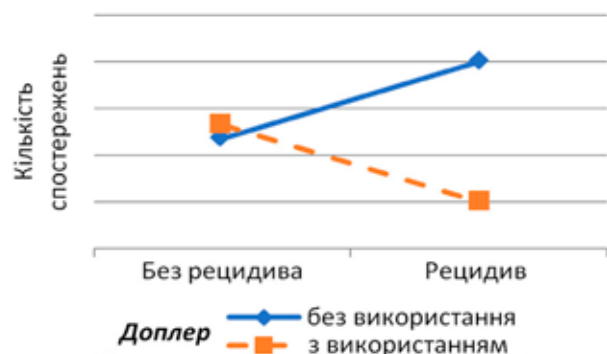


Рис. 2. Вплив використання ІУЗД на радикальність видалення аденом гіпофіза

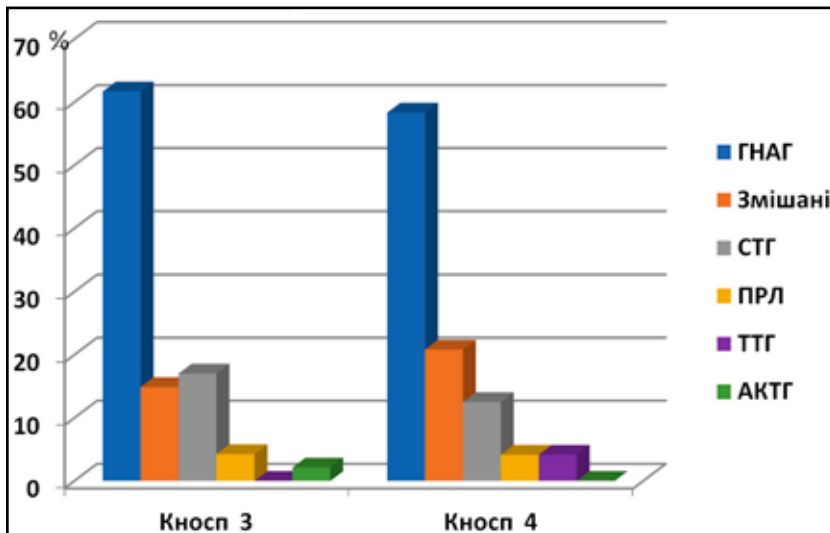


Рис. 3. Розподіл спостережень за гормональною активністю аденом гіпофіза залежно від ступеня поширення в печеристу пазуху: ГНАГ – гормонально неактивні аденоми; ПРЛ – пролактинома; СТГ – соматотропний гормон; ТТГ – тиреотропний гормон; АКТГ – аденокортикотропний гормон

Таблиця 2. Результати хірургічного лікування гормонально активних аденом гіпофіза

Тип АГАГ	КЛР			
	досягнуто		не досягнуто	
	Абс.	%	Абс.	%
ПРЛ (n=3)	0	–	3	100
СТГ (n=12)	11	100	0	–
АКТГ (n=1)	1	100	0	–
ТТГ (n=1)	1	100	0	–
Змішані (n=12)	9	75	3	25
Усього	22	78,6	6	21,4

Примітка: ПРЛ – пролактинома; СТГ – соматотропний гормон; ТТГ – тиреотропний гормон; АКТГ – аденокортикотропний гормон.

тику передньої стінки турецького сидла фрагментом широкої фасції стегна та назо-септальним клаптом. Лікування лікворної фістули було хірургічним у 5 хворих. Виконували ендоскопічну ендоназальну ревізію післяопераційної рани, виявляли місце ліквореї і проводили пластику лікворної фістули за допомогою репозиції фрагмента широкої фасції стегна і назо-септального клаптя. В одному випадку післяопераційної назальної ліквореї виконували не хірургічне закриття лікворної фістули, а налагодження люмбального дренивання ліквору протягом 7 днів. Менінгоенцефаліт розвинувся в одного хворого. Лікування було медикаментозним (антибактеріальна терапія препаратами широкого спектру дії). Проведено люмбальні пункції з метою санації ліквору.

Окорухові порушення після операції найчастіше виявляли у хворих з поширенням пухлини в печеристу пазуху Knosp 4 (2 випадки). В групі хворих, у яких ІУЗД не застосовували, окорухові порушення після операції не спостерігали ($p < 0,05$). На нашу думку, це пов'язано з агресивнішою тактикою під час операції, маніпуляціями в ділянці печеристої пазухи у випадках пухлин, які були інвазивними та мали фіброзну структуру. Крім того, ці ускладнення спостерігали у випадках АГАГ, які мають інвазивніший тип росту,

ніж гормонально неактивні АГ. Травми ВСА в нашому дослідженні не спостерігали.

Висновки

1. Інтраопераційна ультразвукова доплерографія є інформативним методом, який забезпечує безпечно видалення аденом гіпофіза з поширенням у печеристу пазуху з низьким рівнем можливих післяопераційних ускладнень.

2. Поширення аденом гіпофіза параселярно Knosp 4 значно знижує можливість радикального їх видалення, але застосування ультразвукової доплерографії дає змогу визначити безпечні межі для маніпуляції як медіальніше, так і латеральніше від внутрішньої сонної артерії, збільшуючи рівень радикальності та тривалість клінічної ремісії.

3. Ультразвукова інтраопераційна доплерографія під час трансфеноїдальної ендоскопічної хірургії аденом гіпофіза з параселярним поширенням дає змогу ідентифікувати внутрішню сонну артерію в стромі пухлини при змінній анатомії основи черепа. Виконання розрізу твердої мозкової оболонки під контролем доплерографії зменшує ризик травми внутрішньої сонної артерії.

Розкриття інформації

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Етичні норми

Всі процедури, виконані пацієнтам в ході дослідження, відповідають етичним стандартам інституційного і національного комітетів з етики та Гельсінської декларації 1964 року і її пізнішим поправкам або аналогічним етичним стандартам. Проведення дослідження затверджене Комісією з етики та біоетики Інституту нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України (протокол №3 від 6 червня 2016 р).

Інформована згода

Від кожного з пацієнтів отримана інформована згода.

Фінансування

Дослідження не мало спонсорської підтримки.

Список літератури

1. de Paiva Neto MA, Vandergrift A, Fatemi N, Gorgulho AA, Desalles AA, Cohan P, Wang C, Swerdloff R, Kelly DF. Endonasal transsphenoidal surgery and multimodality treatment for giant pituitary adenomas. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2010 Apr;72(4):512-9. doi: 10.1111/j.1365-2265.2009.03665.x.
2. Mortini P, Barzaghi R, Losa M, Boari N, Giovanelli M. Surgical treatment of giant pituitary adenomas: strategies and results in a series of 95 consecutive patients. *Neurosurgery*. 2007 Jun;60(6):993-1002; discussion 1003-4. doi: 10.1227/01.NEU.0000255459.14764.BA.
3. Tabae A, Anand VK, Fraser JF, Brown SM, Singh A, Schwartz TH. Three-dimensional endoscopic pituitary surgery. *Neurosurgery*. 2009 May;64(5 Suppl 2):288-93; discussion 294-5. doi: 10.1227/01.NEU.0000338069.51023.3C.
4. Zanation AM, Carrau RL, Snyderman CH, Germanwala AV, Gardner PA, Prevedello DM, Kassam AB. Nasoseptal flap reconstruction of high flow intraoperative cerebral spinal fluid leaks during endoscopic skull base surgery. *Am J Rhinol Allergy*. 2009 Sep-Oct;23(5):518-21. doi: 10.2500/ajra.2009.23.3378.
5. Азизян В.Н., Григорьев А.Ю., Иващенко О.В. Эндоскопическая хирургия аденом гипофиза: исторический обзор. Эндокринная хирургия. 2015;9(2):5-14. doi: 10.14341/serg201525-14.
6. Micko AS, Wöhrer A, Wolfsberger S, Knosp E. Invasion of the cavernous sinus space in pituitary adenomas: endoscopic verification and its correlation with an MRI-based classification. *J Neurosurg*. 2015 Apr;122(4):803-11. doi: 10.3171/2014.12.JNS141083.
7. Dhandapani S, Singh H, Negm HM, Cohen S, Anand VK, Schwartz TH. Cavernous Sinus Invasion in Pituitary Adenomas: Systematic Review and Pooled Data Meta-Analysis of Radiologic Criteria and Comparison of Endoscopic and Microscopic Surgery. *World Neurosurg*. 2016 Dec;96:36-46. doi: 10.1016/j.wneu.2016.08.088.
8. Karamouzis I, Caputo M, Mele C, Nuzzo A, Zavattaro M, Car P, Panzarasa G, Prodam F, Marzullo P, Aimaretti G. Transsphenoidal surgery for pituitary adenomas: early results from a single center. *Hormones (Athens)*. 2018 Dec;17(4):551-556. doi: 10.1007/s42000-018-0082-9. Erratum in: *Hormones (Athens)*. 2019 Mar;18(1):115.
9. Hwang J, Seol HJ, Nam DH, Lee JI, Lee MH, Kong DS. Therapeutic Strategy for Cavernous Sinus-Involving Non-Functioning Pituitary Adenomas Based on the Modified Knosp Grading System. *Brain Tumor Res Treat*. 2016 Oct;4(2):63-69. doi: 10.14791/btrt.2016.4.2.63.
10. Messerer M, Daniel RT, Cossu G. No doubt: the invasion of the cavernous sinus is the limiting factor for complete resection in pituitary adenomas. *Acta Neurochir (Wien)*. 2019 Apr;161(4):717-718. doi: 10.1007/s00701-018-03784-2.
11. Hayashi Y, Sasagawa Y, Oishi M, Kita D, Tanaka S, Ueda F, Tachibana O, Nakada M. Directional Regulation of Extrasellar Extension by Sellar Dura Integrity and Intrasphenoidal Septation In Pituitary Adenomas. *World Neurosurg*. 2019 Feb;122:e130-e138. doi: 10.1016/j.wneu.2018.09.127.
12. Chotai S, Liu Y, Qi S. Review of Surgical Anatomy of the Tumors Involving Cavernous Sinus. *Asian J Neurosurg*. 2018 Jan-Mar;13(1):1-8. doi: 10.4103/ajns.AJNS_26_16.
13. Fernandez-Miranda JC, Zwagerman NT, Abhinav K, Lieber S, Wang EW, Snyderman CH, Gardner PA. Cavernous sinus compartments from the endoscopic endonasal approach: anatomical considerations and surgical relevance to adenoma surgery. *J Neurosurg*. 2018 Aug;129(2):430-441. doi: 10.3171/2017.2.JNS162214.
14. Калинин П.Л., Шарипов О.И., Шкарубо А.Н., Фомичев Д.В., Кутин М.А., Алексеев С.Н., Кадашев Б.А., Яковлев С.Б., Дорохов П.С., Бухарин Е.Ю., Курносов А.Б. Повреждение кавернозного отдела внутренней сонной артерии при трансфеноидальном эндоскопическом удалении аденом гипофиза (4 случая из собственной практики). Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени НН Бурденко. 2013 Nov 1;77(6):28-38.
15. Kadyrov NA, Friedman JA, Nichols DA, Cohen-Gadol AA, Link MJ, Piepgras DG. Endovascular treatment of an internal carotid artery pseudoaneurysm following transsphenoidal surgery. Case report. *J Neurosurg*. 2002 Mar;96(3):624-7. doi: 10.3171/jns.2002.96.3.0624.
16. Yamasaki T, Moritake K, Nagai H, Kimura Y. Integration of ultrasonography and endoscopy into transsphenoidal surgery with a «picture-in-picture» viewing system--technical note. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2002 Jun;42(6):275-7; discussion 278. doi: 10.2176/nmc.42.275.
17. Паламар О.И., Гук А.П., Аксенов Р.В., Оконский Д.И., Тесленко Д.С. Тактика хирургического лечения при распространении аденом гипофиза на кавернозный синус и клиновидную пазуху. Український нейрохірургічний журнал. 2018;(1):73-7. doi: 10.25305/unj.92095.
18. Buchfelder M, Schläpfer SM, Zhao Y. The optimal surgical techniques for pituitary tumors. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2019 Apr;33(2):101299. doi: 10.1016/j.beem.2019.101299.
19. Marcus HJ, Vercauteren T, Ourselin S, Dorward NL. Intraoperative Ultrasound in Patients Undergoing Transsphenoidal Surgery for Pituitary Adenoma: Systematic Review [corrected]. *World Neurosurg*. 2017 Oct;106:680-685. doi: 10.1016/j.wneu.2017.07.054. Erratum in: *World Neurosurg*. 2018 Jan;109:514.
20. Zhuang Z, Liu X, Bao X, Pan B, Deng K, Yao Y, Lian W, Xing B, Zhu H, Lu L, Wang R, Feng M. Invasive ACTH-secreting pituitary macroadenoma in remission after transsphenoidal resection: A case report and literature review. *Medicine (Baltimore)*. 2018 Nov;97(46):e13148. doi: 10.1097/MD.00000000000013148.
21. Rutkowski M, Zada G. Management of Pituitary Adenomas Invading the Cavernous Sinus. *Neurosurg Clin N Am*. 2019 Oct;30(4):445-455. doi: 10.1016/j.nec.2019.05.005.
22. Aflan A, Achrol AS, Albakr A, Feroze AH, Westbroek EM, Hwang P, Harsh GR 4th. Cavernous Sinus Involvement by Pituitary Adenomas: Clinical Implications and Outcomes of Endoscopic Endonasal Resection. *J Neurol Surg B Skull Base*. 2017 Jun;78(3):273-282. doi: 10.1055/s-0036-1598022.
23. de Paiva Neto MA, Vandergrift A, Fatemi N, Gorgulho AA, Desalles AA, Cohan P, Wang C, Swerdloff R, Kelly DF. Endonasal transsphenoidal surgery and multimodality treatment for giant pituitary adenomas. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2010 Apr;72(4):512-9. doi: 10.1111/j.1365-2265.2009.03665.x.
24. Briceno V, Zaidi HA, Doucette JA, Onomichi KB, Alreshidi A, Mekary RA, Smith TR. Efficacy of transsphenoidal surgery in achieving biochemical cure of growth hormone-secreting pituitary adenomas among patients with cavernous sinus invasion: a systematic review and meta-analysis. *Neurol Res*. 2017 May;39(5):387-398. doi: 10.1080/01616412.2017.1296653.
25. Li C, Zhu H, Zong X, Wang X, Gui S, Zhao P, Bai J, Liu C, Cao L, Li Z, Zhang Y. Experience of trans-nasal endoscopic surgery for pituitary tumors in a single center in China: Surgical results in a cohort of 2032 patients, operated between 2006 and 2018. *Clin Neurol Neurosurg*. 2020 Oct;197:106176. doi: 10.1016/j.clineuro.2020.106176.
26. Paluzzi A, Fernandez-Miranda JC, Tonya Stefkó S, Challinor S, Snyderman CH, Gardner PA. Endoscopic endonasal approach for pituitary adenomas: a series of 555 patients. *Pituitary*. 2014 Aug;17(4):307-19. doi: 10.1007/s11102-013-0502-4.