

**Оригинальная статья = Original article = Оригінальна стаття**DOI: <https://doi.org/10.25305/unj.92095>**Тактика хирургического лечения при распространении аденом гипофиза на кавернозный синус и клиновидную пазуху**Паламар О.И.<sup>1</sup>, Гук А.П.<sup>1</sup>, Аксёнов Р.В.<sup>1</sup>, Оконский Д.И.<sup>1</sup>, Тесленко Д.С.<sup>1</sup>, Аксёнов В.В.<sup>2</sup><sup>1</sup> Группа эндоскопической и краниофациальной нейрохирургии, Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова НАМН Украины, Киев, Украина<sup>2</sup> Отделение нейрохирургии, Одесская областная клиническая больница, Одесса, Украина

Поступила в редакцию 08.01.2018

Принята к публикации 12.02.2018

**Адрес для переписки:**Паламар Орест Игоревич,  
Группа эндоскопической и краниофациальной нейрохирургии, Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова, ул. Платона Майбороды, 32, Киев, Украина, 04050, e-mail: p\_orest@ukr.net.**Цель:** оптимизировать применение эндоскопической эндоназальной методики при распространении аденом гипофиза (АГ) в клиновидную пазуху (КП) за счет использования программного моделирования и интраоперационно ультразвуковой доплерографии, а также определить клинические и радиологические изменения в КП.**Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ результатов лечения 82 пациентов с макроаденомами и гигантскими АГ, которые распространялись в КП. Преобладала инвазия кавернозного синуса (КС) по шкале Knosp 3 и 4 – у 33 (40,2%) и 24 (29,3%) больных соответственно. Инвазию КС Knosp 0, 1 и 2 выявлено в 4 (4,9%), 5 (6,1%) и 16 (19,5%) случаях соответственно. В 62 (75,6%) случаях АГ распространялась на КС и КП, на в 11 (13,4%) и 13 (10%) – на КС или КП соответственно. Эндоскопический эндоназальный трансфеноидальный доступ применили в 51 (62,2%) случае, расширенный эндоскопический эндоназальный – в 31 (37,8%).**Результаты.** В зависимости от распространения АГ в КП удалены задние отделы перегородки: Grade 0 – у 3 (3,6%) пациентов, Grade 1 – у 6 (7,3%), Grade 2 – у 10 (12,2%), Grade 3 – у 26 (31,7%). Создание дополнительной полости выполнено в 45 случаях, в остальных случаях такой необходимости не было. В 21 (36,8%) наблюдении Grade 2 и Grade 3 создание полости для применения эндоскопической методики проводили путем «debulking» опухоли в КП. В 28 (66,6%) случаях АГ Knosp 3 и 4 при распространении АГ в КП удаляли опухоль из клиновидной пазухи и КС под контролем ультразвукового датчика Допплера, что позволило избежать травмы внутренней сонной артерии. Тотальное удаление АГ выполнено в 51 (62,2%) случае, субтотальное – в 21 (25,6%), частичное – в 10 (12,2%).**Выводы.** Распространение опухоли в КП значительно снижает возможность проведения успешной эндоскопической эндоназальной хирургии. Классификация распространения АГ в КП позволяет качественно и количественно определить показания для адаптации хирургического доступа к проведению задней септотомии или без удаления задних отделов носовой перегородки. При Grade 2 и Grade 3 распространении в КП удаление задних отделов носовой перегородки необходимо в определенных случаях для большей доступности и визуализации, что обеспечивает безопасность при эндоскопической эндоназальной хирургии. Создание предопухолевой полости в КП при Grade 2 и Grade 3 с применением техники «debulking» возможно, особенно в случаях прорастания твердой мозговой оболочки.**Ключевые слова:** хирургия аденом гипофиза; клиновидная пазуха; кавернозный синус; классификация; инвазивность; эндоскопическая визуализация

Украинский нейрохирургический журнал. 2018;(1):73-7

**Surgical technique for pituitary adenomas with sphenoid sinus and cavernous sinus**Orest I. Palamar<sup>1</sup>, Andriy P. Huk<sup>1</sup>, Ruslan V. Aksyonov<sup>1</sup>, Dmytro I. Okonskyi<sup>1</sup>, Dmytro S. Teslenko<sup>1</sup>, Valeriy V. Aksyonov<sup>2</sup><sup>1</sup> Section on Neuroendoscopy and Craniofacial Surgery, Romodanov Neurosurgery Institute, Kyiv, Ukraine<sup>2</sup> Neurosurgery Department, Odessa Regional Clinical Hospital, Odessa, Ukraine**Objective.** To optimize endoscopic endonasal technique in cases of pituitary adenomas (PA) invasion into the sphenoid sinus (SS) due to using software simulation and intraoperative Doppler ultrasonography control, to evaluate clinical and radiological changes in sphenoid sinus.**Materials and methods.** We analyzed 82 patients with macro and giant PA with SS extension. 33 (40.2%) and 24 (29.3%) patients had cavernous sinus (CS) invasion Knosp 3, 4, respectively. Knosp 0, 1 and Knosp 2 were found in 4 (4.9%), 5 (6.1%), 16 (19.5%) cases, respectively. In 62 (75.6%) cases PA has extension to SS and CS. PA extension to the CS or SS occurs in 11 (13.4%) and 13 (10%), respectively. Endoscopic endonasal transphenoidal approach was performed in 51 (62.2%) cases, or extended endoscopic endonasal approach in 31 (37.8%) cases.

Received: 08 January 2018  
Accepted: 12 February 2018

**Address for correspondence:**

Palamar Orest, Section on  
Neuroendoscopy and Craniofacial  
Surgery, Romodanov Neurosurgery  
Institute, 32 Platona Mayborody  
St, Kyiv, Ukraine, 04050, e-mail:  
p\_orest@ukr.net.

**Results.** Depending on the PA extension to SS, the posterior part of the nasal septum was removed: Grade 0 – 3 (3.6%), Grade 1 – 6 (7.3%), Grade 2 – 10 (12.2%), Grade 3 – 26 (31.7%). Additional pre-tumor cavities were created in 45 cases, in 37 cases there was no need. In 21 (36.8%) cases of Grade 2 and Grade 3 «debulking» technique was performed to create additional pre-tumor cavity in SS. In 28 (66.6%) cases of Knosp 3, 4, with SS extension, intraoperative Doppler ultrasonography was used which allowed avoid ICA injury. GTR was achieved in 51 (62.2%), subtotal resection – in 21 (25.6%), partial resection – in 10 (12.2%) cases.

**Conclusions.** 1. Pituitary adenoma extension into the sphenoid sinus decreases the chance of successful endoscopic endonasal surgery. Classification of PA extension into the sphenoid sinus allows determine indications for surgical approach adaptation with or without posterior septotomy. 2. The posterior nasal septum removal in case of Grade 2 and Grade 3 in several cases for better visualization and easy access is necessary for safe endoscopic endonasal surgery. 3. Using «debulking» technique in Grade 2 and Grade 3 extension to create pre-tumor cavity is possible, especially in cases of dural invasion.

**Key words:** pituitary surgery; sphenoid sinus; cavernous sinus; classification; invasiveness; endoscopic view

Ukrainian Neurosurgical Journal. 2018;(1):73-7

## Тактика хірургічного лікування при поширенні аденом гіпофіза на клиноподібну пазуху та кавернозний синус

Паламар О.І.<sup>1</sup>, Гук А.П.<sup>1</sup>, Аксьонов Р.В.<sup>1</sup>, Оконський Д.І.<sup>1</sup>, Тесленко Д.С.<sup>1</sup>, Аксьонов В.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Група ендоскопічної та краніофасіальної нейрохірургії, Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України, Київ, Україна

<sup>2</sup> Відділення нейрохірургії, Одеська обласна клінічна лікарня, Одеса, Україна

Надійшла до редакції 08.01.2018  
Прийнята до публікації 12.02.2018

**Адреса для листування:**

Паламар Оrest Ігорович,  
Група ендоскопічної та краніофасіальної нейрохірургії,  
Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова, вул. Платона Майбороди, 32, Київ, Україна, 04050, e-mail: p\_orest@ukr.net.

**Мета:** оптимізувати використання ендоскопічної ендоназальної методики при поширенні аденом гіпофіза (АГ) в клиноподібну пазуху (КП) шляхом застосування програмного моделювання та інтраопераційно ультразвукової доплерографії, виявити клінічні та радіологічні зміни в клиноподібній пазусі.

**Матеріали та методи.** Проведено ретроспективний аналіз результатів лікування 82 пацієнтів з макроаденомами і гігантськими АГ, які поширювалися на КП. Переважала інвазія кавернозного синуса (КС) Knosp 3 та 4 – у 33 (40,2%) і 24 (29,3%) хворих відповідно. Інвазію Knosp 0, 1 та 2 виявлено у 4 (4,9%), 5 (6,1%) і 16 (19,5%) випадках. У 62 (75,6%) випадках АГ поширювалися на КС і КП, в 11 (13,4%) та 13 (10%) – на КС або КП відповідно. Ендоскопічний ендоназальний трассфеноїдальний доступ застосовано в 51 (62,2%) випадку, розширений ендоскопічний ендоназальний – у 31 (37,8%).

**Результати.** Залежно від поширення пухлини в КП видалено задні відділи перегородки: Grade 0 – у 3 (3,6%), Grade 1 – у 6 (7,3%), Grade 2 – у 10 (12,2%), Grade 3 – у 26 (31,7%). Створення додаткової порожнини виконано в 45 випадках, у решті випадків такої необхідності не було. У 21 (36,8%) випадку Grade 2 і Grade 3 створення порожнини для застосування ендоскопічної методики проведено шляхом «debulking» пухлини в КП. У 28 (66,6%) випадках АГ Knosp 3 і 4 при поширенні пухлини в КП видаляли пухлину з КП ТА КП під контролем ультразвукового датчика Допплера, що дало змогу уникнути травми внутрішньої сонної артерії. Тотальне видалення АГ виконано у 51 (62,2%) випадку, субтотальне – у 21 (25,6%), часткове – у 10 (12,2%).

**Висновки.** Поширення пухлини в КП значно знижує можливість проведення успішної ендоскопічної ендоназальної хірургії. Класифікація поширення АГ у КП дає змогу якісно та кількісно визначити показання для адаптації хірургічного доступу для проведення задньої септотомії чи без видалення задніх відділів носової перегородки. При Grade 2 і Grade 3 поширенні в КП видалення задніх відділів носової перегородки необхідне для проведення безпечної ендоскопічної ендоназальної хірургії. Створення передпухлинної порожнини в КП при Grade 2 і Grade 3 можливе при застосуванні техніки «debulking», особливо у разі проростання твердої мозкової оболонки.

**Ключові слова:** хірургія аденом гіпофіза; клиноподібна пазуха; кавернозний синус; класифікація; інвазивність; ендоскопічна візуалізація

Український нейрохірургічний журнал. 2018;(1):73-7

### Вступлення

Клиновидная пазуха (КП) является одной из наиболее вариабельных анатомических структур [1]. Jae Min Shin с соавт. представили данные о размерах КП на основании результатов компьютерной томографии, проведенной у более чем 100 лиц, не страдающих заболеваниями данной области [2]. Распространение опухоли в КП приводит к уменьшению ее объема, изменяет и разрушает привычные костные анатомические ориентиры в ней, что затрудняет эндоскопическую эндоназальную трансфеноидальную хирургию аденом гипофиза (АГ) с инфраселлярным ростом. Определение степени распространения опухоли в КП помогает провести адаптацию эндоскопического хирургического доступа.

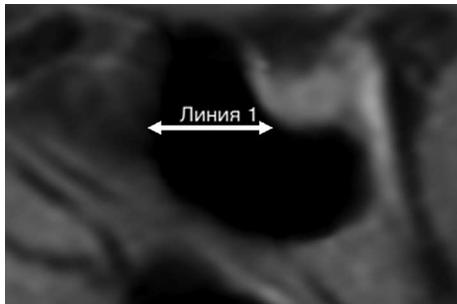
**Цель:** оптимизировать применение эндоскопической эндоназальной методики при распространении аденом гипофиза в клиновидную пазуху за счет использования программного моделирования и интраоперационно ультразвуковой доплерографии, а также определить клинические и радиологические изменения в клиновидной пазухе.

### Материалы и методы

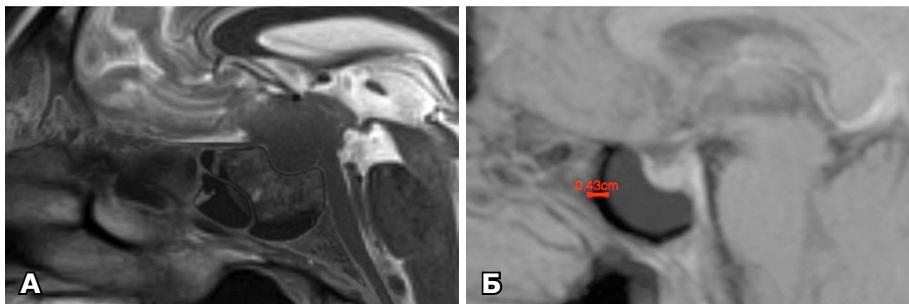
Проведен ретроспективный анализ результатов лечения 82 пациентов (49 (59,7%) мужчин и 33 (40,3%) женщины) с макроаденомами и гигантскими АГ, распространяющимися на КП. Возраст пациентов – от 16 до 72 лет (средний возраст –  $(48,24 \pm 13,9)$  года).

В зависимости от размера АГ выделяли:

- макроаденомы (10-20 мм) - 12 (14,6%) случаев,
- большие аденомы (20-40 мм) - 41 (50%) случай;
- гигантские аденомы (>40 мм) - 29 (35,4%) случаев.



**Рис. 1.** Магнитно-резонансная томография турецкого седла. Линия 1 – расстояние от передней стенки клиновидной пазухи до дна турецкого седла



**Рис. 2.** Расчет оставшегося объема клиновидной пазухи: А – этап наложения снимков; Б – этап вычисления

Гормонально неактивные АГ диагностированы у 42 (51,2%) пациентов, гормонально активные АГ – у 28 (34,1%). Среди гормонально активных опухолей пролактиномы были выявлены в 17 (60,7%) случаях, соматотропиномы – в 12 (42,9%), тиреотропные АГ – в 1 (3,6%), смешанные АГ – в 1 (3,6%).

Распространение АГ на кавернозный синус (КС) оценивали по шкале Knosp. Преобладала инвазия КС Knosp 3 и 4 – у 33 (40,2%) и 24 (29,3%) больных соответственно. Инвазия Knosp 0, 1 и 2 выявлена у 4 (4,9%), 5 (6,1%) и 16 (19,5%) случаев.

Одним из важнейших факторов в эндоскопической эндоназальной трансфеноидальной хирургии является наличие свободного объема в КП. Критерием необходимого объема КП является расстояние от передней стенки КП (ostium) до дна турецкого седла (**рис. 1**). Изменение величины этого расстояния влияет на остаточный объем в КП [2]. Согласно данным исследования Jae Min Shin с соавт., в норме данное расстояние составляет  $(13,29 \pm 3,94)$  мм [2].

Нами разработана компьютерная программа, позволяющая проводить наложение снимков, полученных при магнитно-резонансной томографии (МРТ) турецкого седла среднестатистического человека (задний фон), в сагиттальной проекции и пациента с инфраселлярным ростом АГ (**рис. 2А**).

После наложения снимков вычисляют расстояние от передней стенки КП до передней поверхности АГ (**рис. 2Б**). Согласно полученным данным выделили четыре степени распространения АГ на КП: Grade 0 – нормальный размер турецкого седла, объем КП не изменен, Grade 1 – увеличение размера турецкого седла, при котором расстояние от передней стенки КП до дна турецкого седла составляло 12-10 мм (уменьшение объема КП на 1/3), Grade 2 – увеличение размера турецкого седла при котором расстояние составляло 9-6 мм (уменьшение объема КП на 2/3), Grade 3 – увеличение размера турецкого седла, при котором расстояние составляло менее 5 мм (уменьшение объема КП более чем на 2/3).

В случае уменьшения объема КП проводили резекцию задних отделов носовой перегородки либо уменьшение опухоли в КП, достигая адаптации эндоскопической эндоназальной методики. Такую методику использовали при Grade 2 и 3.

Эндоскопический эндоназальный трансфеноидальный доступ применяли в 51 случае, расширенный эндоскопический эндоназальный расширенный – в 31 (трансптеригоидаальный доступ – в 11 случаях, транстуберкулум – в 20). Для определения костных ориентиров в КП проводили мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) головного мозга.

### Результаты и их обсуждение

Распространение АГ на КП Grade 0 выявлено у 12 (14,6%) пациентов, Grade 1 – у 13 (15,5%), Grade 2 – у 23 (28%), Grade 3 – у 34 (41,6%). Тотальное удаление опухоли проведено в 51 случае, субтотальное – в 21, частичное – в 10. Создание дополнительной полости выполнено у 45 пациентов, в остальных случаях такой необходимости не было. В зависимости от распространения опухоли в КП удалены задние отделы перегородки: Grade 0 – в 3 (3,6%) Grade 1 – в 6 (7,3%), Grade 2 – в 10 (12,2%), Grade 3 – в 26 (31,7%) случаях. У 21 (36,8%) больного (Grade 2 и Grade 3) создание полости для применения эндоскопической методики проводили путем «debulking» опухоли в КП.

### Ход операции

У всех пациентов применили биностральный доступ. Практически во всех случаях проводили латерализацию средней носовой раковины с двух сторон. Переднюю стенку КП широко вскрывали. Создание необходимой полости для обеспечения адекватной эндоскопической методики проводилось либо за счет удаления задних отделов носовой перегородки, либо за счет выполнения «debulking» опухоли в КП, либо использования остаточной полости КП. Техника «debulking» заключается в удалении опухоли при помощи кюреток с разным углом и аспиратора, что позволяло уменьшить АГ в объеме до визуализации псевдокапсулы. Мы применяли эндоскоп длиной 18 см с диаметром 4 мм, 0- и 30-градусную оптику (Hopkins optics; Karl Storz GmbH). После вскрытия передней стенки КП проводили оценку оставшегося свободного объема в пазухе для адекватного размещения инструментов в операционном поле. Каждый раз при выявлении недостаточности в рабочем пространстве проводили дополнительное удаление задних отделов носовой перегородки. Подобная тактика применена у пациентов с Grade 2 (10 (12,2%)) и Grade 3 (26 (31,7%)).

Определение анатомических ориентиров является обязательным перед уменьшением опухоли в пазухе. Расширение костного дефекта передней стенки турецкого седла проводили в границах КС. Мобилизовали опухоль по периметру после расщепления наружного листка твердой мозговой оболочки, что позволяло сместить опухоль в операционное поле. Поэтапное удаление опухоли проводили с использованием кюреток и аспирации. Для контроля за сонной артерией использовали доплерограф (Mizuho 20MHz Surgical Doppler System, Mizuho America, Inc) (рис. 3). В случае прорастания опухолью твердой мозговой оболочки (у 46 (64,4%) пациентов с Grade 2 и 3) тактику «debulking» опухоли в КП применили в 14 (31,6%) случаях.

При наличии интраоперационной ликвореи выполняли пластику турецкого седла при помощи фрагмента широкой фасции бедра, которую фиксировали фрагментом сошника с последующим закрытием назо-септальным лоскутом на ножке, полностью укрывавшим костный дефект.

Расширенный эндоскопический эндоназальный трансфеноидальный трансптеригоидальный доступ применили в 11 (13,4%) случаях. Дополнительно к эндоскопическому эндоназальному трансфеноидальному доступу проводили удаление медиальной стенки гайморовой пазухи, медиальную пластику крыловидного отростка, при необходимости расширения – удаление латеральной пластинки крыловидного отростка.

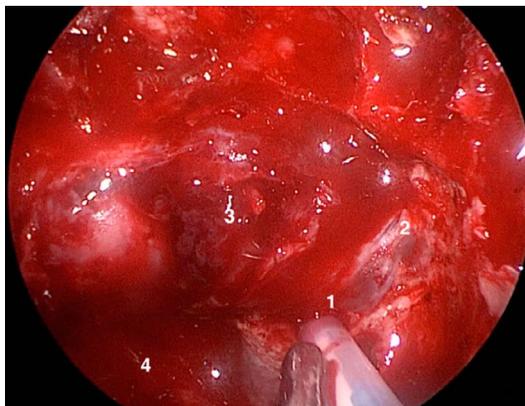
### Риск хирургии кавернозного синуса

Риск повреждения внутренней сонной артерии (ВСА) при трансназальном трансфеноидальном доступе составляет 0,5–1,6% [3].

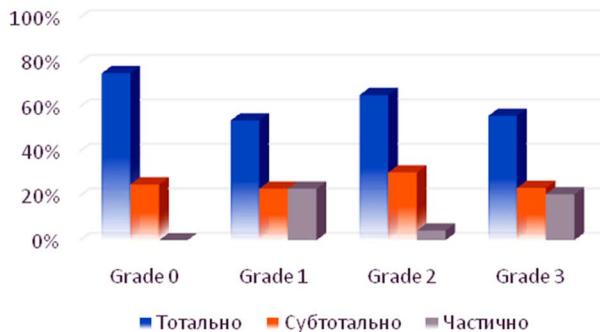
Удаление опухоли из КС проводили под контролем ультразвуковой доплерографии. Это позволило избежать травмы ВСА во время эндоскопической эндоназальной хирургии.

Первыми среди нейрохирургов начали применять трансфеноидальный доступ в хирургии АГ Walter Dandy [4], George Heuer [5], Charles Frazier [6, 7] и Harvey Cushing [8,9]. За последнее десятилетие развитие эндоскопической методики значительно облегчило визуализацию, а также привело к развитию расширенных доступов к турецкому седлу и смежным областям [10]. Эндоскопическая методика требует наличия полостей, что особенно важно при инфраселлярном распространении опухолей гипофиза [11,12]. Существует большое количество анатомических вариантов турецкого седла, клиновидной пазухи и прилегающих структур. В 1961 г. Hamberger с соавт. предложили классификацию КП по отношению к турецкому седлу. По данным исследований, посвященных анализу всех типов пневматизации КП, выявлено, что нормальный («селлярный») тип пневматизации встречается в 80–86% случаев, «преселлярный» – в 10–20%, «конхальный» тип, при котором полностью отсутствует пневматизация КП, – в 0–3% [13–15]. Тип пневматизации КП влияет на наличие в ней остаточного пространства, которое по мере увеличения опухоли уменьшается. При этом возникает необходимость в адаптации эндоскопического эндоназального трансфеноидального доступа для применения эндоскопической методики.

Проведено большое количество исследований анатомии КП [14–17]. В большинстве исследований отдавали предпочтение компьютерной томографии турецкого седла, так как она является наиболее предпочтительным методом диагностики костных анатомических структур. Среди наших наблюдений селлярный тип пневматизации был наиболее распространенным (55 (93,2%) пациентов), преселлярный и конхальный тип выявлены у 3 (5,1%) и 1 (1,7%) пациента соответственно. В случаях преселлярного



**Рис. 3.** Интраоперационный ультразвуковой доплер-контроль: 1 – паракливаальный отдел внутренней сонной артерии; 2 – передняя стенка кавернозного синуса; 3 – аденома гипофиза; 4 – скат



**Рис. 4.** Об'єм удалення в залежності від розповсюдження аденоми гіпофіза на криловидну пазуху

и конхального типа пневматизации создание дополнительного предопухолевого пространства является необходимым и было выполнено во всех случаях.

Для получения адекватной визуализации операционного поля независимо от размеров АГ проводят удаление задних отделов носовой перегородки [3, 10-12]. В нашем исследовании в 21 (36,8%) случае АГ с распространением на КП Grade 2 и 3 задние отделы перегородки были сохранены, но в 36 случаях их удаление было необходимым для увеличения рабочего пространства, за счет чего увеличивается остаточный объем КП для манипуляций хирургического инструментария в ране ( $p=0,048$ ). Тотального удаления АГ при распространении на КП удалось достичь при Grade 0 (75% случаев), Grade 1 (53,8%), Grade 2 (65,2%), Grade 3 (55,9%) (рис. 4).

В случаях распространения АГ на КС применение интраоперационно ультразвуковой доплерографии становится необходимым [18, 19], поскольку позволяет выявить интракавернозный отдел ВСА в условиях измененной анатомии КП, провести безопасное рассечение твердой мозговой оболочки, снизить риск травмы интракавернозного отдела ВСА при значительной инвазии КС АГ до 0,5–1,6% [3, 19–22]. В 28 (66,6%) случаях АГ Knosp 3 и 4, при распространении опухоли в КП, проводили удаление опухоли из КП и КС под контролем ультразвуковой доплерографии, что позволило избежать травмы ВСА.

### Выводы

1. Распространение опухоли в клиновидной пазухе значительно снижает возможность проведения успешной эндоскопической эндоназальной хирургии. Классификация распространения АГ в клиновидную пазуху позволяет качественно и количественно определить показания для адаптации хирургического доступа к проведению задней септотомии или без удаления задних отделов носовой перегородки.

2. Удаление задних отделов носовой перегородки при распространении в клиновидную пазуху Grade 2 и 3 необходимо в определенных случаях для большей доступности и визуализации, что обеспечивает безопасность при эндоскопической эндоназальной хирургии.

3. Создание предопухолевой полости в клиновидной пазухе при Grade 2 и 3 с применением техники «debulking» возможно, особенно в случаях прорастания твердой мозговой оболочки.

### References

- Cheung DK, Attia EL, Kirkpatrick DA, Marcarian B, Wright B. An anatomic and CT scan study of the lateral wall of the sphenoid sinus as related to the transnasal transethmoid endoscopic approach. *J Otolaryngol*. 1993 Apr;22(2):63-8. PubMed PMID: 8515518.2. Hwang SH, Joo YH, Seo JH, Cho JH, Kang JM. Analysis of sphenoid sinus in the operative plane of endoscopic transsphenoidal surgery using computed tomography. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2014 Aug;271(8):2219-25. doi: 10.1007/s00405-013-2838-9. PubMed PMID: 24362681.
- Ammirati M, Wei L, Ciric I. Short-term outcome of endoscopic versus microscopic pituitary adenoma surgery: a systematic review and meta-analysis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2013 Aug;84(8):843-9. doi: 10.1136/jnnp-2012-303194. PubMed PMID: 23243265; PubMed Central PMCID: PMC3717601.
- Dandy WE. A new hypophysis operation. *Bull Johns Hopkins Hosp*. 1918;29:154.
- Heuer GJ. The surgical approach and the treatment of tumors and other lesions about the optic chiasm. *Surg Gynecol Obstet*. 1931;53:489-518.
- Frazier CH. An approach to the hypophysis through the anterior cranial fossa. *Ann Surg*. 1913;57:145-150.
- Frazier CH. Choice of method in operations upon the pituitary body. *Surg Gynecol Obstet*. 1919;29:9-16.
- Cushing H. The pituitary body and its disorders: clinical states produced by disorders of the hypophysis cerebri. Philadelphia & London: J.B. Lippincott Company; 1912.
- Cushing H. The Weir Mitchell Lecture. Surgical experience with pituitary adenoma. *JAMA*. 1914;LXIII(18):1515-1525. doi: 10.1001/jama.1914.02570180001001.
- Lobo B, Heng A, Barkhoudarian G, Griffiths CF, Kelly DF. The expanding role of the endonasal endoscopic approach in pituitary and skull base surgery: A 2014 perspective. *Surg Neurol Int*. 2015 May 20;6:82. doi: 10.4103/2152-7806.157442. PubMed PMID: 26015870; PubMed Central PMCID: PMC4443401.
- Constantino ER, Leal R, Ferreira CC, Acioly MA, Landeiro JA. Surgical outcomes of the endoscopic endonasal transsphenoidal approach for large and giant pituitary adenomas: institutional experience with special attention to approach-related complications. *Arq Neuropsiquiatr*. 2016 May;74(5):388-95. doi: 10.1590/0004-282X20160042. PubMed PMID: 27191235.
- Koutourousiou M, Fernandez-Miranda JC, Snyderman CH, Gardner PA. Endoscopic Endonasal Approach for Giant Pituitary Adenomas: Advantages and Limitations. *Journal of Neurological Surgery Part B: Skull Base*. 2012;73(A140). doi: 10.1055/s-0032-1312188.
- Hamberger CA, Hammer G, Norlen G, Sjogren B. Transantrosphenoidal hypophysectomy. *Arch Otolaryngol*. 1961 Jul;74:2-8. doi: 10.1001/archotol.1961.00740030005002. PubMed PMID: 13710960.
- Ouaknine GE, Hardy J. Microsurgical anatomy of the pituitary gland and the sellar region. 2. The bony structures. *Am Surg*. 1987 May;53(5):291-7. doi: 10.1002/ca.980010107. PubMed PMID: 3579041.
- Renn WH, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the sellar region. *J Neurosurg*. 1975 Sep;43(3):288-98. doi: 10.3171/jns.1975.43.3.0288. PubMed PMID: 1151464.
- Rhoton AL Jr, Hardy DG, Chambers SM. Microsurgical anatomy and dissection of the sphenoid bone, cavernous sinus and sellar region. *Surg Neurol*. 1979 Jul;12(1):63-104. PubMed PMID: 451866.
- Sethi DS, Stanley RE, Pillay PK. Endoscopic anatomy of the sphenoid sinus and sella turcica. *J Laryngol Otol*. 1995 Oct;109(10):951-5. doi: 10.1017/s0022215100131743. PubMed PMID: 7499947.
- Yamasaki T, Moritake K, Hatta J, Nagai H. Intraoperative monitoring with pulse Doppler ultrasonography in transsphenoidal surgery: technique application. *Neurosurgery*. 1996 Jan;38(1):95-7; discussion 97-8. doi: 10.1097/00006123-199601000-00022. PubMed PMID: 8747956.
- Dusick JR, Esposito F, Malkasian D, Kelly DF. Avoidance of carotid artery injuries in transsphenoidal surgery with the Doppler probe and micro-hook blades. *Neurosurgery*. 2007 Apr;60(4 Suppl 2):322-8; discussion 328-9. doi: 10.1227/01.neu.0000255408.84269.a8. PubMed PMID: 17415170.
- Dusick JR, Esposito F, Kelly DF, Cohan P, DeSalles A, Becker DP, Martin NA. The extended direct endonasal transsphenoidal approach for nonadenomatous suprasellar tumors. *J Neurosurg*. 2005 May;102(5):832-41. doi: 10.3171/jns.2005.102.5.0832. PubMed PMID: 15926706.
- Arita K, Kurisu K, Tominaga A, Kawamoto H, Iida K, Mizoue T, Pant B, Uozumi T. Trans-sellar color Doppler ultrasonography during transsphenoidal surgery. *Neurosurgery*. 1998 Jan;42(1):81-5; discussion 86. doi: 10.1097/00006123-199801000-00016. PubMed PMID: 9442507.
- AlQahtani A, Castelnovo P, Nicolai P, Prevedello DM, Locatelli D, Carraro RL. Injury of the Internal Carotid Artery During Endoscopic Skull Base Surgery: Prevention and Management Protocol. *Otolaryngol Clin North Am*. 2016 Feb;49(1):237-52. doi: 10.1016/j.otc.2015.09.009. PubMed PMID: 26614841.