



ИСТОРИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО УДАЛЕНИЯ МАКРОАДЕНОМ ГИПОФИЗА: ОТ ТРАНСКРАНИАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ К ЭНДОСКОПИЧЕСКОЙ ЭНДОНАЗАЛЬНОЙ ПРЕЦИЗИОННОЙ ХИРУРГИИ

Холмуродов Музаффар Холбутаевич

Турсунов Жахонгир Гулом угли

Специализированный научно-практический центр нейрохирургии и нейрореабилитации
Самаркандского государственного медицинского университета

Аннотация

Актуальность. Хирургия опухолей гипофиза является одним из наиболее показательных примеров технологической эволюции нейрохирургии. На протяжении более чем столетия оперативное лечение прошло путь от травматичных транскраниальных вмешательств и многоэтапных трансфациальных доступов до микрохирургической трансфеноидальной аденомэктомии, полностью эндоскопических эндоназальных операций и расширенных доступов к крупным и гигантским макроаденомам. Изменение хирургической техники происходило параллельно с развитием эндокринологии, рентгенодиагностики, операционной микроскопии, эндоскопии, магнитно-резонансной томографии, нейронавигации и реконструкции основания черепа.

Материалы и методы. Выполнен структурированный историко-аналитический обзор развития хирургического лечения аденом и макроаденом гипофиза. Проанализированы классические исторические публикации, обзоры развития трансфеноидальной хирургии, работы по микроскопической и эндоскопической технике, сравнительные исследования, систематические обзоры и современные метаанализы. Основными объектами анализа являлись хирургический доступ, качество визуализации, степень резекции, возможность декомпрессии зрительного перекреста, безопасность сосудистых и эндокринных структур, ликворея и послеоперационный функциональный результат.

Результаты. Историческое развитие хирургии гипофиза можно условно разделить на несколько последовательных этапов: раннюю транскраниальную хирургию; формирование трансфеноидального доступа; период временного доминирования транскраниальных вмешательств; возрождение трансфеноидальной хирургии благодаря Dott и Guiot; микрохирургическую революцию Hardy; внедрение эндоскопа; формирование полностью эндоскопического эндоназального доступа; развитие расширенных доступов, многослойной реконструкции основания черепа и современных средств интраоперационной навигации. При этом прогресс техники сопровождался изменением самой цели операции - от простой декомпрессии и гипофизэктомии к селективной аденомэктомии, сохранению нормальной железы и концепции максимальной безопасной резекции.

Заключение. История хирургии макроаденом гипофиза демонстрирует постепенный переход от увеличения размера хирургического доступа к увеличению качества визуализации и точности манипуляций. Современная эндоскопическая хирургия является результатом последовательного развития трансфеноидальной анатомии, микрохирургии, эндоскопии, нейровизуализации и реконструктивных технологий. Основным современным принципом является не максимальная технически возможная, а максимальная функционально безопасная резекция.

Ключевые слова: макроаденома гипофиза, нейроэндокринная опухоль гипофиза, трансфеноидальная хирургия, эндоскопическая эндоназальная хирургия, Harvey Cushing, Jules Hardy, Hermann Schloffer, история нейрохирургии.

HISTORICAL EVOLUTION OF PITUITARY MACROADENOMA SURGERY: FROM TRANSCRANIAL OPERATIONS TO PRECISION ENDOSCOPIC ENDONASAL SURGERY

**Kholmurodov Muzaffar Kholbutayevich
Tursunov Jakhongir Gulom ugli**

Specialized scientific and practical center for Neurosurgery and Neurorehabilitation at the Samarkand State Medical University

Abstract

Background. Pituitary surgery represents one of the clearest examples of technological evolution in neurosurgery. Over more than a century, operative treatment has progressed from traumatic transcranial procedures and multistage transfacial approaches to microsurgical transsphenoidal adenomectomy, fully endoscopic endonasal surgery, and extended approaches for large and giant pituitary macroadenomas. Advances in pituitary surgery have occurred in parallel with developments in endocrinology, radiology, operative microscopy, endoscopy, magnetic resonance imaging, neuronavigation, and skull-base reconstruction.

Materials and Methods. A structured historical and analytical review of pituitary adenoma and macroadenoma surgery was performed. Classical historical reports, reviews of transsphenoidal surgery, publications on microscopic and endoscopic techniques, comparative studies, systematic reviews, and contemporary meta-analyses were analyzed. The principal domains included surgical corridor, visualization, extent of resection, optic apparatus decompression, preservation of vascular and endocrine structures, cerebrospinal fluid leakage, and functional outcomes.

Results. The historical development of pituitary surgery can be divided into several stages: early transcranial surgery; development of the transsphenoidal route; temporary predominance of transcranial surgery; preservation and revival of the transsphenoidal approach by Dott and Guiot; Hardy's microsurgical revolution; introduction of the endoscope; development of purely endoscopic endonasal surgery; and subsequent expansion toward extended endonasal approaches, vascularized skull-base reconstruction, and image-guided surgery. The goal of surgery evolved simultaneously from decompression and hypophysectomy toward selective adenomectomy, preservation of the normal gland, and maximal safe resection.

Conclusion. The history of pituitary macroadenoma surgery demonstrates a transition from enlarging surgical exposure to improving visualization, anatomical orientation, and precision. Contemporary endoscopic pituitary surgery represents the cumulative result of more than a century of anatomical, optical, radiological, and reconstructive innovation.

Keywords: pituitary macroadenoma, pituitary neuroendocrine tumor, transsphenoidal surgery, endoscopic endonasal surgery, Harvey Cushing, Jules Hardy, Hermann Schloffer, history of neurosurgery.

GIPOFIZ MAKROADENOMALARINI JARROHLIK YO'LI BILAN OLIB TASHLASHNING TARIXIY EVOLYUTSIYASI: TRANSKRANIAL OPERATSIYALARDAN ENDOSKOPIK ENDONAZAL PRETSIZION JARROHLIKKACHA

**Xolmurodov Muzaffar Xolbutayevich
Tursunov Jahongir Gulom o'g'li**

Samarqand davlat tibbiyot universiteti huzuridagi Neyroxirurgiya va neyroreabilitatsiya ixtisoslashtirilgan ilmiy-amaliy markazi

Annotatsiya

Dolzarblik. Gipofiz o'smalari jarrohligi neyroxirurgiyaning texnologik rivojlanishini yaqqol aks ettiruvchi yo'nalishlardan biridir. Bir asrdan ortiq vaqt davomida operativ davolash travmatik transkraniyal va transfasial yondashuvlardan mikroskopik transsfenoidal adenomektomiya,

to'liq endoskopik endonazal operatsiyalar va yirik hamda gigant makroadenomalarni olib tashlashga imkon beruvchi kengaytirilgan kirish yo'llarigacha rivojlandi.

Material va usullar. Gipofiz adenomasi va makroadenomalari jarrohligining tarixiy rivojlanishiga bag'ishlangan klassik va zamonaviy ilmiy adabiyotlar strukturaviy tarixiy-analitik usulda tahlil qilindi. Transkraniyal va transsfenoidal yondashuvlar, mikrojarrohlik, endoskopiya, kengaytirilgan endonazal jarrohlik, neyronavigatsiya va kalla asosi rekonstruksiyasining rivojlanishi baholandi.

Natijalar. Gipofiz jarrohligining rivojlanishini dastlabki transkraniyal operatsiyalar, transsfenoidal yo'lining shakllanishi, uning vaqtinchalik pasayishi, Dott va Guiot tomonidan qayta tiklanishi, Hardy mikrojarrohlik davri, endoskopiyaning joriy etilishi va zamonaviy kengaytirilgan endonazal jarrohlik bosqichlariga ajratish mumkin. Jarrohlik maqsadi ham oddiy dekompressiya va gipofizektomiyadan normal gipofiz to'qimasini saqlagan holda selektiv va funksional xavfsiz rezeksiya konsepsiyasiga o'zgardi.

Xulosa. Gipofiz makroadenomasi jarrohligining tarixi operatsion kirish hajmini kengaytirishdan ko'ra ko'rish sifati, anatomik aniqlik va jarrohlik pretsizligini oshirish muhimroq ekanligini ko'rsatadi. Zamonaviy endoskopik endonazal jarrohlik yuz yildan ortiq davom etgan anatomik, optik, radiologik va rekonstruktiv innovatsiyalar natijasidir.

Kalit so'zlar: gipofiz makroadenomasi, gipofiz neyroendokrin o'smasi, transsfenoidal jarrohlik, endoskopik endonazal jarrohlik, Harvey Cushing, Jules Hardy, Hermann Schloffer, neyroxirurgiya tarixi.

Введение. История хирургии гипофиза тесно связана с историей становления современной нейрохирургии. Небольшие размеры турецкого седла, глубокое срединное положение гипофиза, соседство внутренней сонной артерии, кавернозного синуса, зрительного перекреста, гипоталамуса и III желудочка на протяжении десятилетий делали эту область одной из наиболее опасных хирургических зон. До появления современной визуализации хирург не видел опухоль до непосредственного достижения sellarной области, а до появления эндокринологических методов не мог надежно отличить гипофизарную патологию от других заболеваний [1–4]. Ранний период хирургии гипофиза закономерно начался с транскраниальных операций. Victor Horsley в конце XIX века выполнил одни из первых хирургических вмешательств на опухолях гипофиза через краниотомию. Исторические обзоры датируют один из ранних транскраниальных опытов 1889 годом [1–3]. На этом этапе прямой доступ сверху казался анатомически естественным: крупные опухоли часто выявлялись только после развития выраженного супраселлярного компонента, нарушения зрения и внутричерепной гипертензии. Однако транскраниальная хирургия начала XX века сопровождалась высокой травматичностью. Для достижения опухоли требовались значительное смещение лобной доли и манипуляции вблизи зрительных нервов и хиазмы. Кровотечение, инфекционные осложнения, повреждение зрительного аппарата и высокая периоперационная летальность существенно ограничивали возможности лечения [1, 3, 4]. Параллельно возникла принципиально новая идея: подойти к гипофизу снизу, используя естественный анатомический путь через нос, клиновидную пазуху и турецкое седло. Анатомическое обоснование трансфеноидального маршрута формировалось работами Davide Giordano и других хирургов рубежа XIX–XX веков [1, 2]. Практическая реализация была осуществлена Hermann Schloffer, который 16 марта 1907 года выполнил первую признанную трансфеноидальную операцию у живого пациента с опухолью гипофиза [3, 4].

Операция Schloffer значительно отличалась от современного эндоназального вмешательства. Использовался травматичный верхний назальный трансфациальный путь с латеральной ринотомией, однако концептуально было доказано главное: турецкое седло может быть достигнуто снизу без краниотомии [3]. В 1910 году Oskar Hirsch разработал эндоназальный транссептальный трансфеноидальный вариант, существенно приблизив технику к современному хирургическому маршруту [1, 4, 5]. В том же историческом периоде Albert Halstead описал использование сублабиального разреза, а Harvey Cushing

систематизировал и совершенствовал трансфеноидальный подход, комбинируя достижения своих предшественников [4–6]. В период с 1910 по 1925 год Cushing выполнил 231 трансфеноидальное вмешательство с летальностью около 5,6%, что по меркам начала XX века являлось существенным достижением [4, 6]. Его модификация использовала сублабиальный, подслизистый, трансептальный доступ и позволила сделать операцию более воспроизводимой. Парадоксально, однако, именно Cushing, один из главных популяризаторов трансфеноидальной хирургии, сыграл значительную роль и в ее временном упадке. По мере накопления опыта транскраниальной хирургии он пришел к выводу, что крупные супраселлярные опухоли лучше визуализируются сверху. Возможность непосредственного контроля хиазмы и супраселлярного компонента привела Cushing к постепенному отказу от трансфеноидальной техники [4–6].

Авторитет Cushing был настолько велик, что большинство североамериканских нейрохирургов последовало его примеру. К 1930-м годам трансфеноидальная хирургия практически исчезла из широкой нейрохирургической практики [4–6]. Однако эта операция не была полностью утрачена. Norman Dott, прошедший обучение у Cushing в 1923–1924 годах, продолжил выполнять трансфеноидальные операции в Эдинбурге. Он совершенствовал освещение рабочего канала и разработал освещаемый назальный расширитель [6, 7]. Именно сохранение техники Dott оказалось критически важным для дальнейшей истории. Gerard Guiot перенял методику у Dott и вновь популяризировал ее во Франции. В 1950–1960-е годы Guiot внедрил интраоперационную рентгенофлюороскопию, что позволило впервые контролировать глубину и направление инструментов во время продвижения к турецкому седлу [5–8]. Он также экспериментировал с использованием эндоскопа для осмотра операционной полости, хотя качество эндоскопических систем того времени еще не позволяло отказаться от традиционной визуализации [7, 8]. Важнейший технологический перелом произошел благодаря Jules Hardy. После обучения у Guiot Hardy внедрил в трансфеноидальную хирургию операционный бинокулярный микроскоп и систематизированную рентгенологическую навигацию [5–9]. Это фактически превратило трансфеноидальное вмешательство из слепой или ограниченно визуализируемой операции в микрохирургическую процедуру. Hardy изменил не только технику, но и философию лечения. До его работ хирургическое вмешательство часто означало широкую гипофизэктомию. Hardy сформулировал концепцию селективной аденомэктомии: удалить патологическую ткань и максимально сохранить нормальную железу [5, 8, 9]. Именно эта идея стала фундаментом современной функционально ориентированной хирургии гипофиза. В 1960-х годах Hardy продемонстрировал возможность удаления малых гормонально активных аденом, включая опухоли, которые не вызывали выраженного расширения турецкого седла [9, 10]. Операционный микроскоп обеспечивал увеличение и освещение, а флюороскопия – пространственный контроль положения инструментов. Развитие антибиотикотерапии, кортикостероидной заместительной терапии, анестезиологии и реанимации одновременно уменьшило инфекционные и эндокринные риски трансфеноидальной хирургии [5, 8]. Таким образом, успех Hardy являлся результатом не одной технологической инновации, а интеграции целого комплекса достижений.

Следующей революцией стала компьютерная томография, а затем магнитно-резонансная томография. До появления современной нейровизуализации размер и направление роста макроаденомы оценивались косвенно – по рентгенографии черепа, пневмоэнцефалографии, ангиографии и клиническим признакам. КТ позволила увидеть объем опухоли, а МРТ впервые дала высококонтрастную визуализацию гипофиза, зрительного перекреста, кавернозных синусов, внутренних сонных артерий и супраселлярных структур [8, 11]. В 1993 году Knosp и соавт. предложили МРТ-классификацию параселлярного роста относительно кавернозного сегмента внутренней сонной артерии [11]. Эта система стала одним из наиболее значимых инструментов прогнозирования инвазии кавернозного синуса и вероятности радикальной резекции макроаденомы [11, 12]. Однако даже развитая микроскопическая техника имела фундаментальное оптическое ограничение. Микроскоп дает превосходное увеличение, но

линия зрения остается практически прямолинейной. Латеральные отделы кавернозного синуса, верхняя поверхность диафрагмы и ретроселлярные карманы могут находиться за пределами прямого обзора.

Эта проблема сформировала предпосылки для эндоскопической революции. Gerard Guiot использовал эндоскоп как вспомогательный инструмент еще в 1960-х годах, однако технологические ограничения оптики препятствовали широкому распространению метода [7, 8]. По мере развития жестких эндоскопов, источников холодного света, видеокамер и угловой оптики стало возможным использовать эндоскоп не как дополнение, а как основной инструмент визуализации. В 1990-е годы несколько хирургических групп начали систематически развивать эндоскопическую трансфеноидальную технику. Особое значение получили работы Jho и Carrau. В 1997 году они представили серию полностью эндоскопических эндоназальных операций, при которых микроскоп перестал быть основным визуализирующим инструментом [13, 14]. Эндоскопический подход обеспечивал широкий панорамный обзор и возможность использования угловых эндоскопов для исследования областей, недоступных прямой линии зрения микроскопа. Параллельно европейская школа Carrabianca, de Divitiis и соавт. систематизировала чисто эндоскопическую эндоназальную технику и способствовала ее широкому внедрению [15, 16]. С этого момента хирургическая эволюция макроаденом изменила направление. Если ранние хирурги стремились расширить внешний доступ, современная эндоскопическая хирургия стала расширять внутреннее поле зрения при минимальном внешнем повреждении. Метаанализы последующих лет продемонстрировали, что эндоскопическая и микроскопическая трансфеноидальная хирургия в целом имеют сопоставимый профиль безопасности, тогда как некоторые исследования обнаруживали преимущество эндоскопии по частоте тотальной резекции и риносептальным осложнениям [17–20]. Более новый метаанализ 2025 года, включивший 38 301 пациента, не выявил статистически значимого различия по тотальной резекции и послеоперационной ликворее, подчеркивая значение характеристик опухоли и опыта центра [20]. Тем самым современная дискуссия постепенно сместилась от вопроса «микроскоп или эндоскоп?» к вопросу «какой метод обеспечивает наиболее безопасную визуализацию именно данной опухоли?».

При крупных и гигантских макроаденомах возникла следующая проблема: стандартного селлярного окна иногда недостаточно для контролируемой работы с супраселлярным, ретроселлярным или латеральным компонентом. Это привело к развитию расширенных эндоскопических эндоназальных доступов, при которых костное окно распространяется за границы классического дна турецкого седла в сторону площадки клиновидной кости, бугорка седла, ската и других срединных структур основания черепа [21, 22]. Подобные доступы позволили рассматривать эндоназальную хирургию как альтернативу краниотомии даже для отдельных крупных макроаденом с выраженным внутричерепным распространением [21–23]. Расширение эндоскопической хирургии поставило новую проблему - крупные дефекты основания черепа и высокопоточную ликворею. Ранние расширенные операции сопровождались неприемлемо высокой частотой послеоперационного истечения спинномозговой жидкости. В 2006 году Nadad, Bassagasteguy, Carrau, Kassam, Snyderman и соавт. представили васкуляризированный назосептальный лоскут на сосудистой ножке [24]. Этот метод стал одним из ключевых событий в развитии современной эндоскопической хирургии основания черепа. Надежная васкуляризированная реконструкция позволила значительно расширить безопасные границы эндоназальных вмешательств [24, 25].

Современный этап развития характеризуется интеграцией эндоскопии с нейронавигацией, интраоперационной МРТ, ультразвуком, флуоресцентными технологиями и дополненной реальностью [26–31]. Интраоперационная МРТ позволяет выявлять остаточную ткань макроаденомы до завершения вмешательства. Метаанализ 2026 года показал связь применения интраоперационной МРТ с большей частотой полной резекции и меньшей вероятностью остаточной опухоли без достоверного увеличения ликворных осложнений [28]. Флуоресцентная визуализация с индоцианином зеленым представляет

следующий этап развития. Современные эндоскопические системы позволяют в режиме реального времени визуализировать сосудистые структуры и потенциально различать нормальную ткань гипофиза и опухоль. Систематические обзоры 2025–2026 годов характеризуют метод как перспективный, но пока недостаточно стандартизированный [30, 31].

Материалы и методы. Работа выполнена как структурированный историко-аналитический нарративный обзор. Проанализированы исторические публикации по становлению транскраниальной и трансфеноидальной хирургии, работы, посвященные вкладу Horsley, Schloffer, Hirsch, Cushing, Dott, Guiot и Hardy, ранние серии эндоскопических операций, сравнительные исследования микроскопической и эндоскопической хирургии, систематические обзоры и метаанализы. Дополнительно оценивалась современная литература по хирургии крупных и гигантских макроаденом, расширенным эндоскопическим эндоназальным доступам, реконструкции основания черепа, интраоперационной нейровизуализации, ультразвуку, нейронавигации и флуоресцентной хирургии. Историческая эволюция анализировалась по следующим доменам: хирургический путь к турецкому седлу, визуализация операционного поля, способность контролировать супраселлярный компонент, возможность сохранения нормальной железы, прогнозирование параселлярного роста, ликворная безопасность и контроль остаточной опухоли. Поскольку работа представляет исторический обзор, в ней не формировались искусственные клинические группы и не создавались вымышленные количественные результаты.

Результаты.

Этап I. Транскраниальная хирургия. Первые вмешательства строились на принципе прямого доступа к супраселлярной опухоли через полость черепа. Сильной стороной было визуальное достижение верхнего полюса образования и зрительного аппарата. Основными недостатками являлись ретракция мозга, значительная хирургическая травма, плохой контроль интраселлярной части и высокая периоперационная опасность. Для макроаденом с большим супраселлярным компонентом транскраниальный доступ в первой половине XX века считался более управляемым, чем узкий трансфеноидальный канал.

Этап II. Рождение трансфеноидального маршрута. Schloffer доказал техническую возможность достижения гипофиза через клиновидную кость. Hirsch сформировал эндоназальную транссептальную траекторию. Halstead ввел сублабиальный компонент. Cushing превратил эти отдельные технические решения в систематизированную трансфеноидальную операцию. Однако визуализация оставалась недостаточной, а крупные супраселлярные макроаденомы были труднодоступны.

Этап III. Период транскраниального доминирования. В 1930–1950-е годы развитие транскраниальной нейрохирургии практически вытеснило трансфеноидальный путь. Историческая ценность Dott заключалась в сохранении альтернативной хирургической линии. Именно непрерывность передачи техники от Cushing к Dott, далее к Guiot и Hardy позволила трансфеноидальной хирургии пережить этот период.

Этап IV. Флюороскопическая хирургия Guiot. Интраоперационная рентгенофлюороскопия впервые дала хирургу объективную возможность контролировать направление инструментов относительно турецкого седла. Это значительно уменьшило проблему пространственной неопределенности. Guiot также одним из первых исследовал возможности эндоскопического осмотра селлярной полости.

Этап V. Микрохирургическая революция Hardy. Операционный микроскоп изменил качество визуализации. Появилось увеличение, бинокулярное восприятие глубины и возможность выполнять тонкую диссекцию опухоли от нормальной ткани. Главным концептуальным вкладом Hardy стала селективная аденомэктомия. Вместо удаления гипофиза целью стало удаление опухоли с сохранением нормальной железы.

Таблица 1. Основные исторические этапы хирургии гипофиза

Период	Основное достижение	Ключевая фигура
Конец XIX века	Первые транскраниальные вмешательства	Victor Horsley

1907	Первая успешная реализация транссфеноидального маршрута	Hermann Schloffer
1910	Эндоназальный трансептальный доступ	Oskar Hirsch
1910-е годы	Сублиабиаальный этап	Albert Halstead
1910–1920-е	Стандартизация транссфеноидальной хирургии	Harvey Cushing
1920–1950-е	Сохранение метода	Norman Dott
1950–1960-е	Интраоперационная флюороскопия	Gerard Guiot
1960-е	Операционный микроскоп, селективная аденомэктомия	Jules Hardy
1990-е	Полностью эндоскопическая операция	Jho, Carrau
1990–2000-е	Систематизация эндоскопической техники	Cappabianca, de Divitiis и др.
2000-е	Расширенные эндоназальные доступы	Несколько международных школ
2006 и далее	Васкуляризированная реконструкция	Hadad, Bassagasteguy и др.
Современность	Навигация, МРТ, УЗИ, флуоресценция, дополненная реальность	Мультимодальная хирургия

Этап VI. Эндоскопическая революция. Эндоскоп принципиально изменил геометрию зрения хирурга. Вместо визуализации через длинную узкую трубку изображение формируется непосредственно в глубине операционного поля. Угловая оптика позволяет осматривать супраселлярные, параселлярные и ретроселлярные карманы. При макроаденомах это особенно важно после внутренней декомпрессии, когда супраселлярный компонент постепенно опускается в селлярное пространство. Эндоскоп позволяет контролировать остаточную ткань по периферии значительно лучше, чем прямолинейное поле традиционного микроскопа.

Этап VII. Расширенные эндоназальные подходы. Следующим этапом стало изменение самой границы транссфеноидального доступа. Классическая операция ограничивалась дном турецкого седла. Расширенная операция может включать дополнительное удаление tuberculum sellae, planum sphenoidale и других структур срединного основания черепа. Для отдельных гигантских макроаденом это позволяет непосредственно контролировать супраселлярную часть без ретракции лобной доли. При этом повышается риск высокопоточной ликвореи, повреждения сосудов и гипоталамических структур.

Этап VIII. Реконструктивная революция. Расширенная операция невозможна без надежного закрытия дефекта. Назосептальный васкуляризированный лоскут изменил эту часть хирургии. Многослойная реконструкция позволила уменьшить послеоперационную ликворею и безопаснее выполнять операции с широким вскрытием цистерн. В результате эндоскопический эндоназальный доступ превратился из «маршрута к гипофизу» в полноценную платформу хирургии срединного основания черепа.

Этап IX. Хирургия с визуальным и цифровым усилением. Современная операция все меньше зависит только от глаз хирурга. Нейронавигация позволяет сопоставлять положение инструментов с предоперационной МРТ и КТ. Интраоперационная МРТ помогает выявлять остаточную опухоль. Интраоперационный ультразвук предоставляет информацию в реальном времени. Флуоресцентная эндоскопия может улучшать распознавание сосудов, нормальной железы и опухолевой ткани. Дополненная реальность исследуется как средство интеграции сосудистой и нейроанатомической информации непосредственно в поле зрения хирурга.

Таблица 2. Как менялась основная проблема хирургии макроаденомы

Исторический этап	Основная проблема	Технологическое решение
-------------------	-------------------	-------------------------

Ранняя транскраниальная хирургия	Высокая травматичность	Поиск нижнего доступа
Ранний трансфеноидальный этап	Ограниченная визуализация	Освещение и стандартизация доступа
Guiot	Пространственная ориентация	Флюороскопия
Hardy	Недостаточная детализация	Операционный микроскоп
Ранняя эндоскопия	«Слепые углы» микроскопа	Панорамная и угловая оптика
Расширенная эндоскопия	Супраселлярный и параселлярный рост	Расширенное костное окно
Расширенная хирургия	Ликворея	Васкуляризированный лоскут
Современный этап	Остаточная опухоль	MPT, УЗИ, флуоресценция
Будущий этап	Индивидуальная пространственная навигация	Дополненная реальность и цифровое моделирование

Обсуждение. Главная закономерность истории хирургии гипофиза заключается в том, что прогресс происходил не линейно. Некоторые методы исчезали на десятилетия, а затем возвращались после появления новых технологий. Horsley заложил основу прямой хирургии гипофиза, однако транскраниальная логика отражала технологические возможности XIX века [1, 2]. Schloffer в 1907 году совершил концептуальный поворот, показав возможность трансфеноидального достижения опухоли [3]. Hirsch и Halstead приблизили хирургическую траекторию к современной анатомии [4, 5]. Cushing занимает уникальное место в этой истории. Он одновременно усовершенствовал трансфеноидальную операцию и затем способствовал ее почти полному исчезновению, перейдя на транскраниальную технику [4–6]. Современная перспектива позволяет понять его решение. Без микроскопа, эндоскопа и MPT узкий трансфеноидальный канал действительно значительно ограничивал возможность контролировать крупную супраселлярную макроаденому. Следовательно, временное возвращение к краниотомии не являлось исторической ошибкой. Это было рациональным решением в условиях доступных технологий.

Роль Dott часто недооценивается. Если бы он полностью отказался от методики Cushing, непрерывная школа трансфеноидальной хирургии могла бы быть потеряна [6, 7]. Его последующая передача опыта Guiot фактически создала хирургическую цепочку, связавшую раннюю эпоху с современной микроскопической техникой. Guiot решил одну из фундаментальных проблем операции - ориентацию в глубоком узком канале. Флюороскопия позволила видеть положение инструментов относительно седла и была историческим предшественником современной нейронавигации [5, 7, 8]. Hardy сделал следующий шаг, превратив операцию из анатомической процедуры в прецизионную микрохирургию [8–10]. Его главное наследие заключается не только во внедрении микроскопа. Селективная аденомэктомия изменила целевую функцию операции. До этого хирургическая эффективность во многом измерялась объемом удаленной железы или декомпрессией.

После Hardy стало возможным сформулировать более сложную цель: удалить опухоль и одновременно сохранить нормальную гипофизарную функцию. Эта концепция сохраняется до настоящего времени. Появление MPT еще раз изменило парадигму. Хирург впервые получил возможность до операции увидеть реальное трехмерное направление роста макроадеомы. Классификация Knosp [11] превратила отношение опухоли к кавернозной внутренней сонной артерии в воспроизводимый радиологический параметр. Современный систематический анализ подтверждает, что выраженные степени Knosp остаются одним из сильнейших факторов предполагаемой кавернозной инвазии и неполной резекции [12]. Следовательно, нейровизуализация стала не просто диагностикой, а

инструментом хирургической стратегии. Эндоскопический этап возник не потому, что микроскопическая хирургия была неудовлетворительной. Напротив, микроскопическая техника Hardy демонстрировала высокую эффективность в течение десятилетий. Эндоскоп решил другую проблему - ограниченную геометрию визуализации.

Ранние работы Jho, Carrau и соавт. [13, 14] показали, что эндоскоп может полностью заменить микроскоп при трансфеноидальной операции. Cappabianca, de Divitiis и другие европейские школы способствовали стандартизации методики [15, 16]. Значение этого перехода особенно заметно при макроаденомах. Чем крупнее опухоль, тем больше вероятность образования латеральных и супраселлярных карманов, которые не совпадают с прямой линией зрения. Угловая эндоскопия дает возможность осмотреть медиальную стенку кавернозного синуса, супрадиафрагмальное пространство и области за костными краями. Однако многочисленные сравнительные исследования показали, что эндоскоп не делает операцию автоматически безопаснее или радикальнее. Li и соавт. [17] выявили более высокую частоту полной резекции в эндоскопической группе, тогда как другие систематические обзоры демонстрировали сопоставимые результаты [18, 19]. Особенно показателен крупный метаанализ Al-dardery и соавт. 2025 года [20], включивший 31 исследование и более 38 тысяч пациентов. Статистически значимого различия между эндоскопической и микроскопической техникой по полной резекции или ликворее не обнаружено.

Этот результат имеет фундаментальное значение для исторической интерпретации. Эволюция хирургии не означает, что новая технология полностью обесценивает старую. Качество результата определяется комбинацией анатомии опухоли, ее консистенции, инвазии, опыта хирургической команды и выбранной технологии. Расширенные эндоскопические доступы стали логическим продолжением панорамной визуализации [21–23]. Cavallo и другие авторы показали возможность использования расширенной эндоназальной траектории при крупных макроаденомах с выраженным супраселлярным распространением [21]. Крупные современные серии демонстрируют, что даже при гигантских аденомах эндоназальный подход может обеспечить значительную декомпрессию зрительного аппарата и высокий уровень радикальной или почти радикальной резекции у отобранных больных [22, 23]. Однако увеличение зоны доступа создало новую проблему - герметичность основания черепа. Введение Hadad–Bassagasteguy flap [24] следует рассматривать не как второстепенное ринологическое усовершенствование, а как одну из главных технологий, позволивших расширенной эндоскопической хирургии существовать. Современные обзоры реконструкции основания черепа показывают, что васкуляризированные лоскуты существенно улучшили контроль высокопоточной ликвореи [24, 25].

Это пример того, как развитие хирургического доступа требует параллельного развития метода закрытия этого доступа. Современные цифровые технологии продолжают ту же историческую логику. Guiot использовал рентгенофлюороскопию, чтобы понять положение инструмента. Современный хирург использует нейронавигацию, МРТ и трехмерные реконструкции [26, 27]. Интраоперационная МРТ является особенно логичным продолжением этого процесса. Ее цель - определить остаточную опухоль, пока пациент еще находится в операционной. Метаанализ Solís Velázquez и соавт. 2026 года [28], включивший 824 пациента, продемонстрировал более высокую вероятность полной резекции при использовании интраоперационной МРТ и меньшую частоту раннего остатка опухоли без достоверного повышения риска ликвореи и менингита. Однако высокая стоимость, инфраструктурные требования и удлинение операционного процесса не позволяют считать интраоперационную МРТ обязательной для каждой макроаденомы. Интраоперационное ультразвуковое исследование представляет более доступный способ получить обратную связь в реальном времени [29]. Систематические обзоры показывают потенциальную пользу в идентификации опухоли, сосудистых структур и остаточной ткани, однако доказательность остается существенно слабее, чем для стандартной эндоскопической визуализации. Другим новым направлением является флуоресцентная хирургия.

Olesrud и соавт. [30] систематизировали применение эндоскопического индоцианина зеленого для дифференцировки опухоли, нормального гипофиза и сосудистой анатомии. В 2026 году Jubouri и соавт. [31] также показали высокую частоту успешной флуоресцентной визуализации, однако подчеркнули методологическую неоднородность исследований. Следовательно, флуоресценция сегодня находится примерно на той стадии, на которой эндоскоп находился несколько десятилетий назад: технология выглядит перспективно, но ее окончательная роль еще формируется. Дополненная реальность представляет еще один логический шаг [32]. Если микроскоп увеличивал анатомию, эндоскоп расширял поле зрения, а навигация показывала положение инструмента на отдельном экране, то дополненная реальность стремится объединить реальную эндоскопическую картину и цифровые данные в одном визуальном пространстве.

Таблица 3. Эволюция хирургической философии

Эпоха	Основная хирургическая цель
Ранняя транскраниальная хирургия	Достичь и декомпрессировать опухоль
Ранний трансфеноидальный этап	Удалить опухоль через менее травматичный путь
Cushing	Улучшить декомпрессию и выживаемость
Guiot	Сделать доступ пространственно контролируемым
Hardy	Селективно удалить аденому и сохранить гипофиз
Микроскопическая зрелая эпоха	Повысить радикальность при снижении осложнений
Эндоскопическая эпоха	Устранить визуальные «слепые зоны»
Расширенная эндоскопия	Контролировать сложное внеселлярное распространение
Современная прецизионная хирургия	Максимальная безопасная резекция с сохранением зрения и эндокринной функции

Одной из наиболее важных исторических трансформаций является изменение отношения к остаточной опухоли. В раннюю эпоху сохранение опухоли воспринималось преимущественно как неудача операции. Современная хирургия крупных макроаденом показывает, что небольшой остаток, плотно фиксированный к кавернозной внутренней сонной артерии, зрительному аппарату или гипоталамической структуре, может быть сознательным проявлением безопасной хирургии. Современные исследования кавернозного роста показывают, что высокая степень Knosp остается значительным ограничителем тотальной резекции [12, 33]. При подобных опухолях повторная операция, радиохирurgia или динамическое наблюдение могут быть предпочтительнее попытки насильственной радикализации первой операции.

Техническая способность хирурга удалять все более сложные опухоли увеличилась, но одновременно повысилось понимание ситуаций, когда опухоль не следует удалять полностью. Этот принцип особенно хорошо иллюстрируется гигантскими макроаденомами. Современные серии Rahimli и соавт. [22], Chabot и соавт. [23] и других авторов показывают, что зрительная декомпрессия может быть достигнута даже при неполной резекции сложного латерального компонента. Качество операции поэтому должно измеряться не только процентом резекции. Систематический обзор Horsfall и соавт. [34], включивший литературу по сотням тысяч трансфеноидальных операций, выявил выраженную неоднородность того, какие результаты вообще сообщаются исследователями. Одни работы оценивают только радикальность, другие - гормональную ремиссию, зрение, осложнения или качество жизни.

Это подчеркивает следующий этап исторического развития: стандартизацию не только самой операции, но и того, что считается успешным исходом. Для макроаденомы полноценный современный результат должен включать как минимум степень резекции, функцию зрения, гипофизарные оси, отсутствие ликвореи, сохранность сосудистых и черепно-нервных структур, риносинусальный исход и долгосрочный контроль роста.

Таблица 4. Что считалось «успехом» операции в разные исторические периоды

Период	Критерий успеха
XIX–начало XX века	Выживание пациента после операции
Cushing	Декомпрессия, снижение летальности
Hardy	Селективное удаление аденомы
Поздняя микроскопическая эпоха	Тотальная резекция + сохранение функции
Ранняя эндоскопическая эпоха	Тотальная резекция + минимизация назальной травмы
Современная эпоха	Комплексный зрительный, эндокринный, радиологический и функциональный результат

Наконец, история показывает, что будущее, вероятно, будет связано не с появлением еще одного нового физического доступа, а с увеличением информационной насыщенности уже существующего эндоназального коридора. Флуоресценция, дополненная реальность, искусственный интеллект, автоматическая сегментация опухоли, трехмерная модель внутренней сонной артерии и количественный анализ остаточной ткани могут стать следующими инструментами развития. При этом фундаментальные правила, сформулированные поколениями хирургов, останутся прежними: знать анатомию, контролировать сосуды, защищать зрительный аппарат, сохранять нормальный гипофиз и прекращать диссекцию там, где дополнительная радикальность становится функционально опасной.

Заключение. Хирургическое лечение макроаденом гипофиза прошло более чем столетнюю эволюцию от высокотравматичных транскраниальных вмешательств до высокоточной эндоскопической эндоназальной хирургии. Ранние транскраниальные операции позволили доказать принципиальную возможность хирургического лечения опухолей хиазмально-селлярной области, однако сопровождалась значительной травматичностью. Создание трансфеноидального маршрута Hermann Schloffer и его дальнейшее развитие Oskar Hirsch, Albert Halstead и Harvey Cushing сформировали анатомическую основу современной операции. Временный отказ большинства хирургов от трансфеноидального доступа не привел к его исчезновению благодаря Norman Dott и Gerard Guiot. Внедрение Jules Hardy операционного микроскопа и концепции селективной аденомэктомии стало основой современной функционально ориентированной хирургии гипофиза. Эндоскопическая революция 1990-х годов расширила операционное поле зрения и позволила контролировать супраселлярные и параселлярные участки, ранее частично скрытые от прямой микроскопической визуализации. Развитие расширенных эндоназальных подходов сделало возможным удаление отдельных крупных и гигантских макроаденом без краниотомии. Одновременно васкуляризированная реконструкция основания черепа существенно повысила безопасность вмешательств, связанных с широким вскрытием цистерн. Современные технологии - нейронавигация, интраоперационная МРТ, ультразвуковая визуализация, флуоресценция и дополненная реальность - продолжают исторический процесс перехода от анатомически ориентированной к информационно и функционально ориентированной хирургии. Главным результатом исторической эволюции стало изменение самой цели операции. Современная хирургия макроаденом стремится не к максимальному удалению опухоли любой ценой, а к максимальной безопасной резекции с декомпрессией зрительного аппарата, сохранением гипофизарной функции и предотвращением нейроваскулярных осложнений.

Список литературы.

- [1] Gandhi C.D., Post K.D. Historical perspectives on pituitary surgery. *Neurosurgical Focus*. 2012.
- [2] Teramoto A. History of pituitary surgery. *Japanese Journal of Neuro-Oncology*. 2015;22(2):1–6. doi:10.11452/neurooncology.22.2_1.

- [3] Liu J.K., Das K., Weiss M.H., Laws E.R. Jr., Couldwell W.T. The history and evolution of transsphenoidal surgery. *Journal of Neurosurgery*. 2001;95:1083–1096.
- [4] Schmidt R.F., Choudhry O.J., Takkellapati R., Eloy J.A., Couldwell W.T., Liu J.K. Hermann Schloffer and the origin of transsphenoidal pituitary surgery. *Neurosurgical Focus*. 2012;33(2):E5.
- [5] Hardy J. History of pituitary surgery. *Neurochirurgie*. 2010;56(4):358–362. doi:10.1016/j.neuchi.2009.11.009.
- [6] Lanzino G., Laws E.R. Jr. The evolution of transsphenoidal pituitary microsurgery. *Journal of Neurosurgery*. 1987.
- [7] Patel S.K., Husain Q., Eloy J.A., Couldwell W.T., Liu J.K. Norman Dott, Gerard Guiot, and Jules Hardy: key players in the resurrection and preservation of transsphenoidal surgery. *Neurosurgical Focus*. 2012;33(2):E6.
- [8] Cappabianca P., de Divitiis E. Back to the Egyptians: neurosurgery via the nose. A five-thousand year history and the recent contribution of the endoscope. *Neurosurgical Review*. 2007;30(1):1–7. doi:10.1007/s10143-006-0040-x.
- [9] Hardy J. Transsphenoidal microsurgery of the normal and pathological pituitary. *Clinical Neurosurgery*. 1969.
- [10] Laws E.R. Jr., Thapar K. Pituitary surgery: historical perspective and modern concepts. *Neurosurgery Clinics of North America*. 2001.
- [11] Knosp E., Steiner E., Kitz K., Matula C. Pituitary adenomas with invasion of the cavernous sinus space: a magnetic resonance imaging classification compared with surgical findings. *Neurosurgery*. 1993;33(4):610–617. doi:10.1227/00006123-199310000-00008.
- [12] Dhandapani S., Singh H., Negm H.M., et al. Cavernous sinus invasion in pituitary adenomas: systematic review and pooled data meta-analysis of radiologic criteria and comparison of endoscopic and microscopic surgery. *World Neurosurgery*. 2016;96:36–46.
- [13] Jho H.D., Carrau R.L., Ko Y., Daly M.A. Endoscopic pituitary surgery: an early experience. *Surgical Neurology*. 1997;47(3):213–222. doi:10.1016/S0090-3019(96)00452-1.
- [14] Jho H.D., Carrau R.L. Endoscopic endonasal transsphenoidal surgery: experience with 50 patients. *Journal of Neurosurgery*. 1997;87(1):44–51. doi:10.3171/jns.1997.87.1.0044.
- [15] Cappabianca P., Cavallo L.M., de Divitiis O., Solari D., Esposito F., Colao A. Endoscopic pituitary surgery. *Pituitary*. 2008;11(4):385–390. doi:10.1007/s11102-008-0087-5.
- [16] de Divitiis E., Cappabianca P., Cavallo L.M. Endoscopic transsphenoidal approach: adaptability of the procedure to different sellar lesions. *Neurosurgery*. 2002.
- [17] Li A., Liu W., Cao P., Zheng Y., Bu Z., Zhou T. Endoscopic versus microscopic transsphenoidal surgery in the treatment of pituitary adenoma: a systematic review and meta-analysis. *World Neurosurgery*. 2017;101:236–246.
- [18] Strychowsky J., Nayan S., Reddy K., Farrokhyar F., Sommer D. Purely endoscopic transsphenoidal surgery versus traditional microsurgery for resection of pituitary adenomas: systematic review. *Journal of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2011;40(2):175–185.
- [19] Almutairi R.D., Muskens I.S., Cote D.J., et al. Gross total resection of pituitary adenomas after endoscopic vs. microscopic transsphenoidal surgery: a meta-analysis. *Acta Neurochirurgica*. 2018;160:1005–1021.
- [20] Al-dardery N., Khaity A., Soliman Y., et al. Safety and efficacy of endoscopic vs. microscopic approaches in pituitary adenoma surgery: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurgical Review*. 2025;48.
- [21] Cavallo L.M., Solari D., Esposito F., Cappabianca P. Endoscopic endonasal extended approaches for the management of large pituitary adenomas. *Neurosurgery Clinics of North America*. 2015;26:323–331. doi:10.1016/j.nec.2015.03.007.
- [22] Rahimli T., Hidayetov T., Yusifli Z., et al. Endoscopic endonasal approach to giant pituitary adenomas: surgical outcomes and review of the literature. *World Neurosurgery*. 2021;149:e1043–e1055.

[23] Chabot J.D., Chakraborty S., Imbarrato G., Dehdashti A.R. Evaluation of outcomes after endoscopic endonasal surgery for large and giant pituitary macroadenoma: a retrospective review of 39 consecutive patients. *World Neurosurgery*. 2015;84(4):978–988.

[24] Hadad G., Bassagasteguy L., Carrau R.L., et al. A novel reconstructive technique after endoscopic expanded endonasal approaches: vascular pedicle nasoseptal flap. *Laryngoscope*. 2006;116(10):1882–1886. doi:10.1097/01.mlg.0000234933.37779.e4.

[25] Thorp B.D., Sreenath S.B., Ebert C.S., Zanation A.M. Endoscopic skull base reconstruction: a review and clinical case series of vascularized flaps used for surgical skull base defects in the setting of intraoperative cerebrospinal fluid leak. *Neurosurgical Focus*. 2014;37(4):E4.

[26] Gardner P.A., Kassam A.B., Rothfus W.E., Snyderman C.H., Carrau R.L. Preoperative and intraoperative imaging for endoscopic endonasal approaches to the skull base. *Otolaryngologic Clinics of North America*. 2008;41(1):215–230.

[27] Kuo J.S., Barkhoudarian G., Farrell C.J., et al. Congress of Neurological Surgeons systematic review and evidence-based guideline on surgical techniques and technologies for the management of patients with nonfunctioning pituitary adenomas. *Neurosurgery*. 2016;79(4).

[28] Solís Velázquez A.M., et al. Impact of intraoperative MRI on outcomes in pituitary adenoma surgery: a systematic review and meta-analysis. 2026.

[29] Marcus H.J., Vercauteren T., Ourselin S., Dorward N.L. Intraoperative ultrasound in patients undergoing transsphenoidal surgery for pituitary adenoma: systematic review. *World Neurosurgery*. 2017;106:680–685. doi:10.1016/j.wneu.2017.07.054.

[30] Olesrud I., Halvorsen I.J., Storaker M.A., et al. Indocyanine green fluorescence in endoscopic transsphenoidal resection of pituitary neuroendocrine tumors: a systematic review. *Acta Neurochirurgica*. 2025;167:92. doi:10.1007/s00701-025-06500-z.

[31] Jubouri Y.F., Chikhal R., Ahmed S., Jolly K. The use of indocyanine green in endoscopic pituitary surgery: a systematic review. *Neurochirurgie*. 2026;72(2):101783. doi:10.1016/j.neuchi.2026.101783.

[32] The role of augmented reality neuronavigation in transsphenoidal surgery: a systematic review. 2023.

[33] Depth of invasion: surgical management and outcomes for non-functioning pituitary neuroendocrine tumors in the cavernous sinus Knosp 3 and 4. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2026;143:111751.

[34] Horsfall H.L., Lawrence A., Venkatesh A., et al. Reported outcomes in transsphenoidal surgery for pituitary adenomas: a systematic review. *Pituitary*. 2023;26:171–181.