

Etat de l'art dans la chirurgie endocrânienne de la base du crane : développement des techniques mini-invasives microchirurgicales et endoscopiques

State of the Art in Endocranial Skull Base Surgery: Development of Minimally Invasive Microsurgical and Endoscopic Techniques

M Berhouma [1], T Jacquesson [1,2], E Jouanneau [1,2,3]

1. *Unité multidisciplinaire de chirurgie de la base du crâne - Service de neurochirurgie B - Hôpital Pierre Wertheimer - Hospices Civils de Lyon.*

2. *UFR de médecine - Université Claude Bernard Lyon 1.*

3. *INSERM U1028 - CNRS UMR5292 - Neurosciences Research Center of Lyon - Neuro-oncology and Neuro-inflammation team - Lyon - France.*

Mots clés

- ◆ Chirurgie de la base du crâne
- ◆ Neurochirurgie mini-invasive
- ◆ Endoscopie intracrânienne
- ◆ Méningiome
- ◆ Neuronavigation
- ◆ Approche multidisciplinaire

Résumé

Parallèlement au développement de la chirurgie endoscopique endonasale, la chirurgie endocrânienne de la base du crâne a connu des avancées majeures tant sur le plan technique que sur la philosophie de soin. En effet, les deux dernières décennies ont vu l'essor du concept de chirurgie mini-invasive grâce en grande partie à l'amélioration des technologies de visualisation et de navigation (caméras d'endoscopie haute définition, neuronavigation, imagerie peropératoire, monitoring électrophysiologique...). D'une chirurgie extensive et parfois délabrante à visée purement oncologique, la chirurgie de la base du crâne s'oriente actuellement vers des techniques visant à améliorer d'abord la qualité de vie des patients et ce par des accès chirurgicaux réduits au strict nécessaire sans pour autant sacrifier l'objectif oncologique premier. Par ailleurs, du fait des zones anatomiques complexes abordées, cette chirurgie constitue l'exemple type de la nécessité de multidisciplinarité dans les processus diagnostique et thérapeutique (ORL, maxillo-facial, ophtalmologiste, radiothérapeute, radiochirurgien, neuroradiologue, neurochirurgien...), ce qui a naturellement abouti à la mise en place de réunions de concertation pluridisciplinaire dédiées et à la mise en place progressive d'unités spécifiques multidisciplinaires dont l'objectif est l'optimisation du parcours de soin pour des pathologies souvent lourdes.

Dans un premier temps nous rappelons les techniques classiques de chirurgie de la base du crâne avant de décrire les évolutions récentes aboutissant in fine au paradigme mini-invasif, de même que les impératifs éducatifs qui en découlent.

Keywords

- ◆ Skull base surgery
- ◆ Minimally invasive neurosurgery
- ◆ Intracranial endoscopy
- ◆ Meningioma
- ◆ Neuronavigation
- ◆ Multidisciplinary approach

Abstract

The last two decades have noted the emergence of the concept of mini-invasive skull base surgery, defined by a minimization of the surgical opening and tissue trauma while optimizing the oncological objective. Many factors have contributed to this paradigm shift including modern neuroimaging, high definition cameras, accurate neuronavigation and electrophysiologic peroperative monitoring just to cite a few of them. This paradigm shift is justified by the seek for an improvement in the patients' quality of life. Elsewhere, the complexity of the skull base anatomy totally justifies the need for a multidisciplinarity in the diagnosis as well as the treatment processes (ENT, maxillofacial, neuroradiologist, radiotherapist, radiosurgeon, neurosurgeon...). Dedicated meetings gathering these specialists have been recently set up for the improvement of the patients' carepath.

In a first part we will remind the classical techniques of skull base surgery before enlightening the recent paradigm shift toward mini-invasive techniques as well as the resulting educational requirements.

La base du crâne constitue une barrière ostéoméningée située sous l'encéphale, séparant le contenu intracrânien des cavités sinusiennes et des fosses infratemporales. Elle comporte de multiples forams livrant passages aux nerfs crâniens, artères et veines. Les tumeurs se développant dans cette région nécessitent très souvent la coopération de spécialistes de différents bords tels les chirurgiens maxillo-faciaux, neuroradiologues interventionnels, chirurgiens ORL et neurochirurgiens entre autres. L'accès chirurgical à ce type de tumeur a connu des améliorations techniques considérables durant les deux dernières décennies, en particulier grâce aux développe-

ments des techniques endoscopiques, de la neuronavigation et du monitoring électrophysiologique. Dans ce cadre spécifique des tumeurs de la base du crâne, la philosophie de soin a ainsi évolué d'un impératif oncologique prégnant dans les années 1970-1980 laissant au second plan le versant fonctionnel vers un traitement multimodal moderne associant diverses techniques mini-invasives (chirurgie endoscopique, radiothérapie, radiochirurgie) avec comme objectif primaire le pronostic fonctionnel neurologique sans pour autant occulter l'objectif oncologique.

Correspondance :

Moncef Berhouma, MD, MSc, Unité multidisciplinaire de chirurgie de la base du crâne - Service de neurochirurgie B - Hôpital Pierre Wertheimer - Hospices Civils de Lyon - 59 bd Pinel - 69394 Lyon Cedex 03.

Tel : (0033) 04.72.35.75.69 - E-mail : berhouma.moncef@gmail.com

Disponible en ligne sur www.academie-chirurgie.fr

1634-0647 - © 2014 Académie nationale de chirurgie. Tous droits réservés.

DOI : 10.14607/emem.2015.2.064

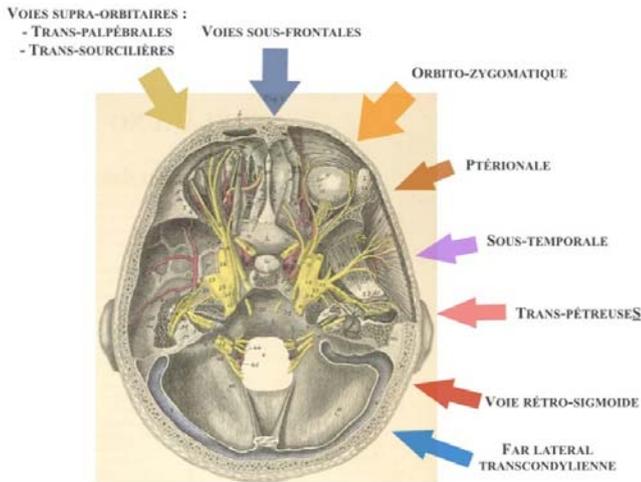


Figure 1. Classifications des voies endocrâniennes de la base du crâne (inspiré de Bourgery).

Historique

Les travaux anatomopathologiques de Jean Cruveilhier (1791-1874) inspirant la méthode anatomoclinique de Charcot ont contribué à la description détaillée des méningiomes éponymes (tumeurs perlées de Cruveilhier) (5). Par la suite, grâce aux travaux de chirurgiens pionniers aussi bien ORL que neurochirurgiens, l'accès à la base du crâne et en particulier à la région hypophysaire a été décrit par Shlosser, Cushing et Hirsch (14,15,22,25,31). La mortalité était alors principalement liée aux complications infectieuses (30). On peut également rappeler les apports de Walter Dandy, Kiliani, Frazier et Heuer au début du 20ème siècle avec la description détaillée des voies sous-frontales et fronto-orbitaires (10,12,27,32). Le développement de la microchirurgie crânienne par Yasargil dans les années 1960-1970 marquent le début de l'âge d'or de la chirurgie de la base du crâne avec le développement de voies d'abord codifiées principalement autour de la chirurgie du sinus caverneux par Kawase, Parkinson, Dolenc, Al Mefty, Fukushima, Sekhar pour ne citer qu'eux (32). Cette chirurgie parfois extensive et délabrante tient principalement compte de l'objectif oncologique au premier plan avec néanmoins des résultats fonctionnels sur les nerfs crâniens très discutables. Finalement, le début des années 1980 connaîtra l'avènement de la neuronavigation, de la radiochirurgie et des techniques endoscopiques modernes dérivées des travaux de Gérard Guiot entre autres. Ces techniques feront entrer la chirurgie de la base du crâne dans une ère nouvelle avec comme principale préoccupation la réduction de la morbidité neurologique.

Techniques classiques

Les techniques classiques dans la chirurgie de la base du crâne ont connu leur essor avec le développement du microscope opératoire principalement, à savoir dans les années 1970 et 1980 sous l'impulsion de Yasargil. On peut décrire les voies antérieures et antérolatérales (voies frontale, orbitofrontale, orbitozygomatique, ptériorale...), les voies latérales (sous temporale, transpétreuses) et les voies postérieures (rétrosigmoïde, transcondylienne...) (Fig 1).

Les voies antérieures et antérolatérales permettent un accès rapide aux étages antérieur et moyen de la base du crâne, principalement la lame criblée de l'ethmoïde et la région suprasellaire. Ces voies sont particulièrement utiles pour l'abord des méningiomes olfactifs et supra-sellaires (Fig 2,4). Les voies latérales essentiellement transpétreuses compren-

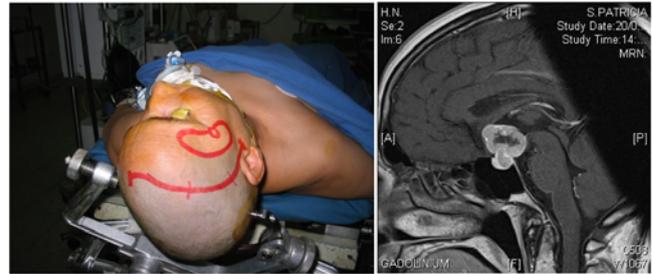


Figure 2. Voie frontoptériorale droite pour l'abord d'une tumeur suprasellaire.

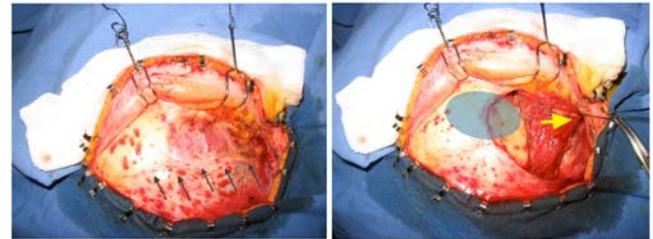


Figure 3. Voie frontoptériorale droite. Dissection interfasciale du muscle temporal selon la technique de Yasargil (flèches noires). Le muscle temporal est ensuite disséqué et rétracté vers le bas (flèche jaune) permettant ainsi une craniotomie frontoptériorale à façon en fonction de l'objectif anatomique.

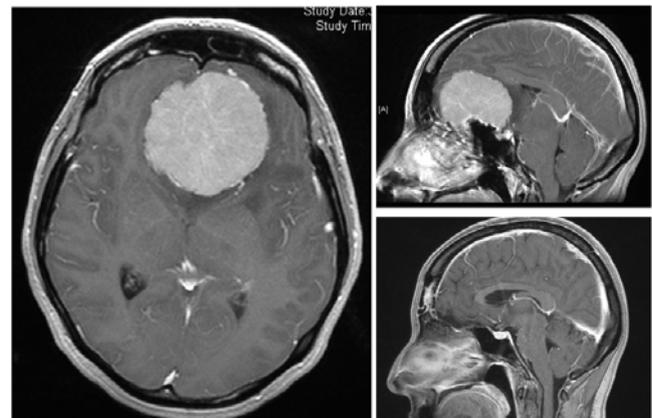


Figure 4. Volumineux méningiome olfactif de la gouttière ethmoïdale entièrement résecté par une voie trans-sinusienne bifrontale.

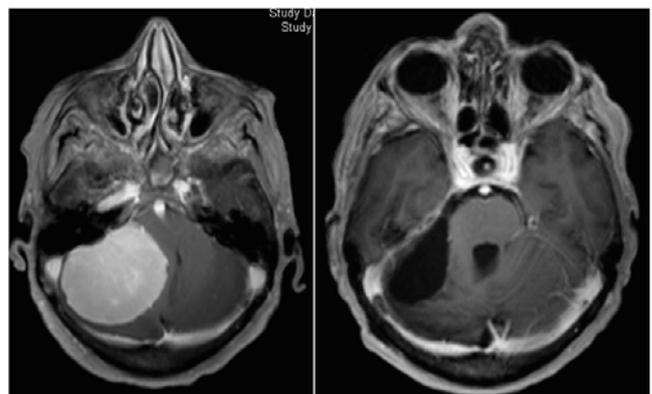


Figure 5. Méningiome de la face postérieure du rocher droit entièrement résecté par une voie rétro-sigmoïde occipitale.

nent plusieurs variantes en fonction de la préservation du labyrinthe et requièrent une excellente maîtrise de l'anatomie chirurgicale du rocher en raison de la proximité immédiate de la carotide interne et du nerf facial entre autres (13). Ces abords font appel à un fraisage parfois extensif de

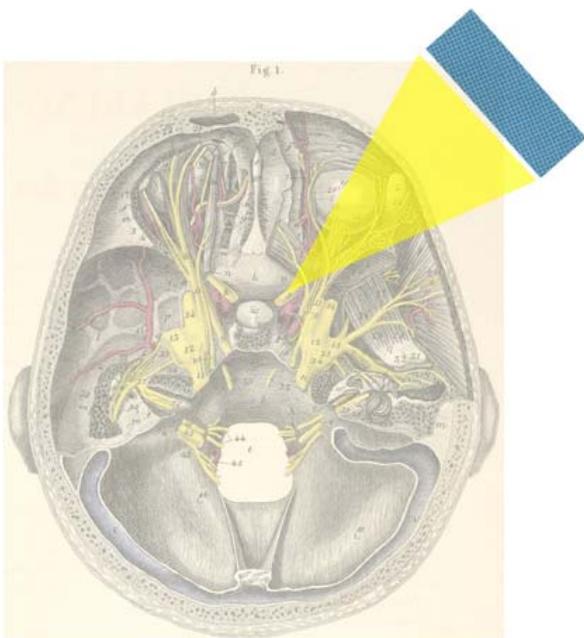


Figure 6a. Principe de la chirurgie endocrânienne microscopique. Le faisceau lumineux forme un cône qui se rétrécit depuis la source lumineuse du microscope jusqu'à l'objectif anatomique.

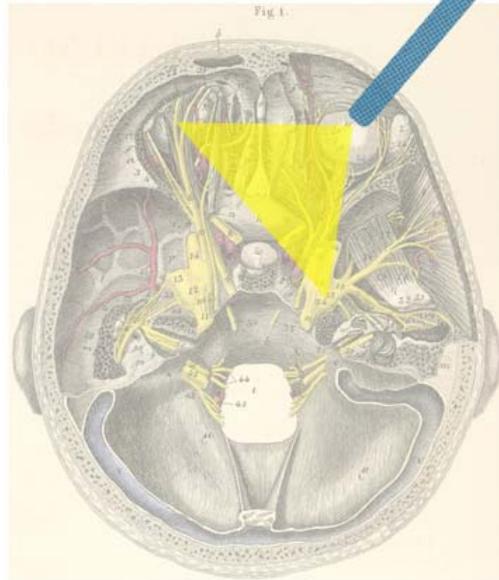


Figure 6b. L'assistance endoscopique dans la chirurgie endocrânienne de la base du crâne permet d'amener la lumière au plus près de l'objectif anatomique avec une diffusion panoramique de cette lumière permettant ainsi de regarder derrière les angles.

l'os temporal. Leurs avantages résident en l'absence d'écartement significatif du cerveau et la possibilité d'accéder à des régions profondes telle l'incisure tentorielle, le clivus, l'apex pétreux et le tronc cérébral. Quant aux voies postérieures, elles sont de réalisation rapide et plutôt aisée tout en donnant un excellent accès à l'angle ponto-cérébelleux (Fig 5) et au trou occipital (26).

Abords mini-invasifs

L'amélioration technologique incluant l'endoscopie haute définition et la neuronavigation, de même que le monitoring électrophysiologique peropératoire a permis l'essor d'abords chirurgicaux soit par les orifices naturels (voie endoscopique endonasale) soit à travers des ouvertures minimales autorisant un traumatisme chirurgical limité tout en donnant un accès suffisant pour le but oncologique ultime. Ce concept a été développé essentiellement sous l'impulsion d'Axel Perneczki dans les années 1990 (« keyhole surgery ») à travers la voie trans-sourcilière (6, 7, 16, 18, 29, 33, 34, 39, 40). Cette dernière, au même titre que sa variante trans-palpébrale, permet l'abord des étages antérieur et moyen. Tout en évitant un écartement intempestif du cerveau, ces voies autorisent le traitement chirurgical de tumeurs de petit ou moyen volume



Figure 7. Voie transpalpébrale utilisable dans les tumeurs de petit ou moyen volume intéressant les étages antérieur ou moyen de la base du crâne.

avec la même sécurité que les voies classiques. Cette évolution est contemporaine de l'essor des voies endoscopiques endonasales sous l'impulsion des équipes de Pittsburgh et de Naples (1-3, 8, 11, 19, 20, 23, 24, 36, 37). Ceci a abouti à proposer des abords chirurgicaux à façon pour tel ou tel patient, en tenant compte d'abord de l'impératif pronostique fonctionnel mais également de la problématique oncologique. Afin de quantifier objectivement la supériorité des voies mini-invasives de la base du crâne par rapport aux voies dites classiques endocrâniennes, il convient d'analyser d'abord la chirurgie endoscopique endonasale versus la microchirurgie transphénoïdale classique, et d'autre part la chirurgie endos-

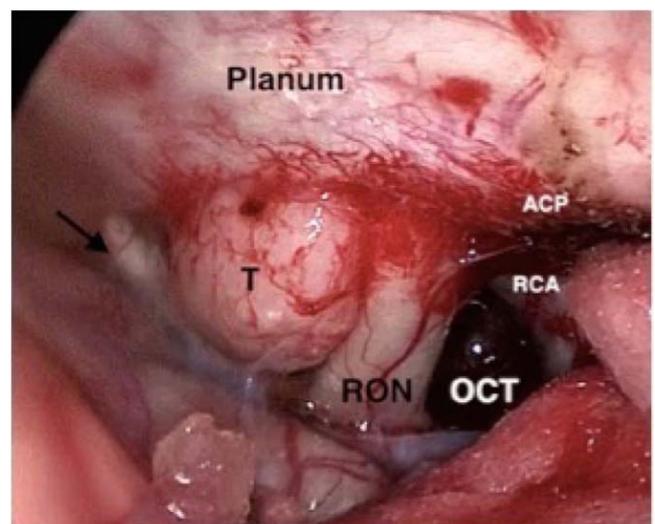


Figure 8. Vue endoscopique de l'étage moyen lors de l'exérèse d'un méningiome suprasellaire par une voie transpalpébrale.

T : Tumeur,
ACP : Clinoïde antérieure,
OCT : triangle optico-carotidien droit,
RON : nerf optique droit,
Flèche noire : nerf optique gauche.

copique endonasale versus microchirurgie endocrânienne. Pour la première situation peu d'études ont comparé les deux techniques sur des populations et des pathologies homogènes, mais il en ressort néanmoins au moins un meilleur bénéfice de la voie endoscopique endonasale en terme de suites opératoires incluant une durée de séjour plus courte et un résultat fonctionnel meilleur dans les adénomes fonctionnels (9,21,38) même si certains auteurs soulignent l'équivalence entre les deux techniques justifiant ainsi la nécessité d'une étude randomisée (4). Concernant la voie endoscopique endonasale versus les voies microchirurgicales classiques endocrâniennes, il est impossible de proposer une comparaison objective dans une étude randomisée en raison de la difficulté de comparer deux groupes chirurgicaux homogènes. Cependant, pour certaines pathologies spécifiques tels les chordomes du clivus et les pathologies de l'apex pétreux, la supériorité de la voie endoscopique endonasale a été nettement démontrée (17,28). L'ensemble de ces développements techniques récents posent bien évidemment la question de l'apprentissage et de la formation (37). Des sociétés savantes dédiées et des sections régionales ou nationales voire continentales ont vu le jour dans un souci de promotion et de diffusion des connaissances dans ce domaine précis. La multiplication des ateliers pratiques ces dernières années témoigne de l'engouement des plus jeunes neurochirurgiens pour ces pratiques mini-invasives (35).

Conclusion

La neurochirurgie mini-invasive de la base du crâne a permis de proposer à nos patients des traitements sur mesure, en tenant compte des autres possibilités thérapeutiques telle la radiochirurgie, permettant par la même d'améliorer le pronostic fonctionnel autrefois relégué en arrière-plan derrière l'objectif oncologique. Ces techniques récentes requièrent une courbe d'apprentissage parfois longue qu'il convient de mettre en place dès le début du cursus de formation des jeunes internes de manière à enrichir leur armementarium neurochirurgical.

Conflits d'intérêts

Aucun.

Références

- Alfieri A, Jho HD. Endoscopic endonasal approaches to the cavernous sinus: surgical approaches. *Neurosurgery*. 2001;49:354-62.
- Alfieri A, Jho HD. Endoscopic endonasal cavernous sinus surgery: an anatomic study. *Neurosurgery*. 2001;48:827-37.
- Alfieri A, Jho HD, Tschabitscher M. Endoscopic endonasal approach to the ventral cranio-cervical junction: anatomical study. *Acta Neurochir (Wien)*. 2002;144:219-25.
- 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;84:843-9.
- Berhouma M, Dubourg J, Messerer M. Cruveilhier's legacy to skull base surgery: Premise of an evidence-based neuropathology in the 19th century. *Clin Neurol Neurosurg*. 2013;115:702-7. doi: 10.1016/j.clineuro.2012.08.005.
- Berhouma M, Jacquesson T, Jouanneau E. The fully endoscopic supraorbital trans-eyebrow keyhole approach to the anterior and middle skull base. *Acta Neurochir (Wien)*. 2011;153:1949-54.
- Berhouma M, Messerer M, Jouanneau E. Shifting paradigm in skull base surgery: Roots, current state of the art and future trends of endonasal endoscopic approaches. *Rev Neurol*. 2012;168:121-34.
- Castelnuovo P, Dallan I, Battaglia P, Bignami M. Endoscopic endonasal skull base surgery: past, present and future. *Eur Arch Otorhinolaryngol Off J Eur Fed Oto-Rhino-Laryngol Soc EUFOS Affil Ger Soc Oto-Rhino-Laryngol - Head Neck Surg*. 2010;267:649-63.
- Dehdashti AR, Ganna A, Karabatsou K, Gentili F. Pure endoscopic endonasal approach for pituitary adenomas: early surgical results in 200 patients and comparison with previous microsurgical series. *Neurosurgery*. 2008;62:1006-17.
- Donald PJ. History of Skull Base Surgery. *Skull Base Surg*. 1991;1:1-3.
- Gondim JA, Almeida JPC, Albuquerque LAF, Schops M, Gomes E et al. Endoscopic endonasal approach for pituitary adenoma: surgical complications in 301 patients. *Pituitary*. 2011;14:174-83.
- Goodrich JT. A millennium review of skull base surgery. *Childs Nerv Syst ChNS Off J Int Soc Pediatr Neurosurg*. 2000;16:669-85.
- Grossi PM, Nonaka Y, Watanabe K, Fukushima T. The history of the combined supra- and infratentorial approach to the petroclival region. *Neurosurg Focus*. 2012;33:E8.
- Guiot G, Bouche J, Hertzog E, Vourc'h G, Hardy J. Hypophysectomy by trans-sphenoidal route. *Ann Radiol*. 1963;6:187-92.
- Hardy J. History of pituitary surgery. *Neurochirurgie*. 2010;56:358-62.
- Ivan ME, Jahangiri A, El-Sayed IH, Aghi MK. Minimally invasive approaches to the anterior skull base. *Neurosurg Clin N Am*. 2013;24:19-37.
- Jacquesson T, Berhouma M, Tringali S, Simon E, Jouanneau E. Which routes for petroclival tumors? A comparison between the anterior expanded endoscopic endonasal approach and lateral or posterior routes. *World Neurosurg*. 2015. doi: 10.1016/j.wneu.2015.02.003
- Jallo GI, Bognár L. Eyebrow surgery: the supraciliary craniotomy: technical note. *Neurosurgery*. 2006;59(1 Suppl 1):ONSE157-8.
- Jho HD, Carrau RL. Endoscopic endonasal transsphenoidal surgery: experience with 50 patients. *J Neurosurg*. 1997;87:44-51.
- Kassam AB, Prevedello DM, Carrau RL et al. Endoscopic endonasal skull base surgery: analysis of complications in the authors' initial 800 patients. *J Neurosurg*. 2011 ;114:1544-68.
- Komotar RJ, Starke RM, Raper DMS, Anand VK, Schwartz TH. Endoscopic endonasal compared with microscopic transsphenoidal and open transcranial resection of giant pituitary adenomas. *Pituitary*. 2012;15:150-9.
- Landolt AM. History of pituitary surgery from the technical aspect. *Neurosurg Clin N Am*. 2001;12:37-44, vii-viii.
- Lee SC, Senior BA. Endoscopic skull base surgery. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. 2008;1:53-62.
- Leng LZ, Anand VK, Hartl R, Schwartz TH. Endonasal endoscopic resection of an os odontoideum to decompress the cervicomedullary junction: a minimal access surgical technique. *Spine*. 2009;34:E139-43.
- Liu JK, Das K, Weiss MH, Laws ER, Couldwell WT. The history and evolution of transsphenoidal surgery. *J Neurosurg*. 2001;95:1083-96.
- Machinis TG, Fountas KN, Dimopoulos V, Robinson JS. History of acoustic neurinoma surgery. *Neurosurg Focus*. 2005;18:e9.
- Morales-Valero SF, Van Gompel JJ, Loumiotis I, Lanzino G. Craniotomy for anterior cranial fossa meningiomas: historical overview. *Neurosurg Focus*. 2014;36:E14.
- Moussazadeh N, Kulwin C, Anand VK, Ting JY, Gamss C et al. Endoscopic endonasal resection of skull base chondrosarcomas: technique and early results. *J Neurosurg*. 2015;122:735-42.
- Ormond DR, Hadjipanayis CG. The Supraorbital Keyhole Craniotomy through an Eyebrow Incision: Its Origins and Evolution. *Minim Invasive Surg*. 2013;2013:296469. doi: 10.1155/2013/296469. Epub 2013 Jul 10.
- Patel SK, Husain Q, Eloy JA, Couldwell WT, Liu JK, Norman Dott, Gerard Guiot, and Jules Hardy: key players in the resurrection and preservation of transsphenoidal surgery. *Neurosurg Focus*. 2012;33:E6.
- Pollock JR, Akinwunmi J, Scaravilli F, Powell MP. Transcranial surgery for pituitary tumors performed by Sir Victor Horsley. *Neurosurgery*. 2003;52:914-26.
- Prestigiacomo CJ, Dagi TF. The history of skull base surgery. *Neurosurg Focus*. 2012;33:Introduction. doi: 10.3171/2012.6.FOCUS12234.
- Raza SM, Boahene KDO, Quinones-Hinojosa A. The transpalpebral incision: its use in keyhole approaches to cranial base brain tumors. *Expert Rev Neurother*. 2010;10:1629-32.
- Reisch R, Stadie A, Kockro RA, Hopf N. The keyhole concept in neurosurgery. *World Neurosurg*. 2013;79(2 Suppl):S17.e9-13.
- Schwartz TH, Fraser JF, Brown S, Tabae A, Kacker A, Anand VK. Endoscopic cranial base surgery: classification of operative approaches. *Neurosurgery*. 2008;62:991-1005.
- Snyderman CH, Carrau RL, Kassam AB, Zanation A, Prevedello D, Gardner P, Mintz A. Endoscopic skull base surgery: principles of endonasal oncological surgery. *J Surg Oncol*. 2008;97:658-64.

37. Snyderman C, Kassam A, Carrau R, Mintz A, Gardner P, Prevedello DM. Acquisition of surgical skills for endonasal skull base surgery: a training program. *The Laryngoscope*. 2007;117:699-705.
38. Strychowsky J, Nayan S, Reddy K, Farrokhyar F, Sommer D. Purely endoscopic transsphenoidal surgery versus traditional microsurgery for resection of pituitary adenomas: systematic review. *J Otolaryngol - Head Neck Surg J Oto-Rhino-Laryngol Chir Cervico-Faciale*. 2011;40:175-85.
39. Teo C. The concept of minimally invasive neurosurgery. *Neurosurg Clin N Am*. 2010;21:583-4,v.
40. Wilson DA, Duong H, Teo C, Kelly DF. The supraorbital endoscopic approach for tumors. *World Neurosurg*. 2014;82:e243-56.