

CHIRURGIE HYPOPHYSAIRE : PASSÉ, PRÉSENT ET FUTUR

par **Emmanuel JOUANNEAU**^{1,2,3}, **Alexandre VASILJEVIC**^{2,4,6}, **Véronique FAVREL**⁷,
Véronique LAPRAS⁸ et **Gérald RAVEROT**^{2,5,6} (Lyon) et le Groupe Lyonnais d'étude et
de traitement des tumeurs hypothalamo-hypophysaires

- *La chirurgie hypophysaire naît au début des années 1900. Initialement conduite par voie intracrânienne, les chirurgiens développent très tôt des voies dites basses, trans-sphénoïdales.*
- *Aux voies transfaciales se substituent rapidement les voies endonasales. Malgré de bons résultats, ces voies basses sont délaissées jusqu'à leur réintroduction dans les années 1960.*
- *Avec le microscope, la neurochirurgie entre dans l'ère moderne de la microchirurgie. Les progrès techniques actuels résident dans l'endoscopie et les systèmes d'aide au repérage per-opératoire par neuronavigation. Les innovations futures concernent le développement de l'imagerie per-opératoire, ainsi que les applications de la robotique.*

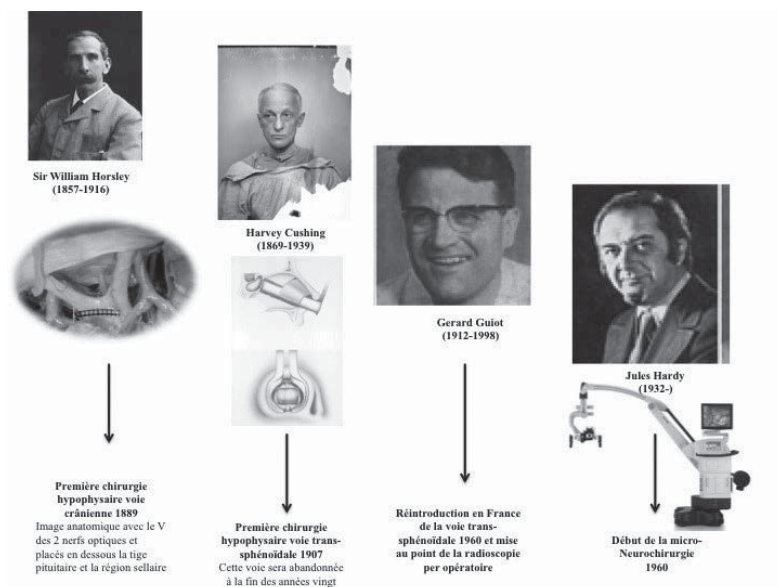
Mots-clé : Chirurgie hypophysaire, Endoscopie, Imagerie, Robotique.

1- NAISSANCE DE LA CHIRURGIE HYPOPHYSAIRE (figure 1)

L'histoire de la chirurgie hypophysaire débute en 1889 avec Sir Victor Horsley (1857-1916) à l'hôpital du Queen Square à Londres qui réalise la première chirurgie intracrânienne pour ce qui fut appelé un adéno-sarcome hypophysaire. En raison d'un taux de mortalité très élevé (entre 20 à 80%), les neurochirurgiens, avec l'aide de leurs collègues ORL, développent rapidement le concept de l'abord trans-sphénoïdal de l'hypophyse, d'abord par voie transfaciale, puis par voie sous-labiale ou trans-nasale. Parmi les grands noms de la neurochirurgie et de la chirurgie hypophysaire (pour revue, (1,2)) certains émergent plus particulièrement. Ainsi H. Cushing (1869-1939), père de la neurochirurgie américaine, promoteur dans les années 20, de la voie trans-sphénoïdale aux USA, clarifiera les relations entre les tumeurs hypophysaires et les différents syndromes dans un ouvrage célèbre "The pituitary body and its disorders" (3). Plus près de nous, G. Guiot (1912-1996) de l'Hôpital Foch-Suresnes à Paris, réintroduira en France au début des années 1960 la voie trans-sphénoïdale délaissée dès la fin des années 30 au profit des voies intracrâniennes. Il appliquera d'emblée à cette chirurgie la fluoroscopie (radiographie per-opératoire de profil), ancêtre de la neuronavigation actuelle, parfois encore utilisée dans certains centres. Une évolution, voire révolution, de cette chirurgie hypophysaire par voie trans-sphénoïdale fut l'introduction dans les années 1960 du microscope opératoire par J. Hardy (1932-), point de départ du développement de la neurochirurgie moderne et des techniques de microchirurgie (4). Avant l'ère « microscopique » en effet, la chirurgie hypophysaire se faisait par le nez à travers un champ opératoire de deux centimètres de diamètre environ, situé à 10 cm de profondeur éclairé par une simple lampe frontale !

Paris, 29-30 novembre 2013

Figure 1. – Les grands noms et étapes de la chirurgie hypophysaire.



Durant les années 80 s'affrontèrent les tenants de la voie sous-labiale avec résection partielle de la cloison nasale (5,6) et ceux de la voie trans-nasale (7,8), querelle jugée actuellement anecdotique dans la mesure où les progrès de cette décennie furent plutôt biologiques que chirurgicaux, l'introduction de l'immunocytochimie permettant de mieux caractériser les différents types d'adénomes hypophysaires (9). Cependant, la technique trans-sphénoïdale sous microscope avec spéculum, encore utilisée dans de nombreux centres, malgré d'incontestables succès, semble encore imparfaite, responsable, par exemple d'une persistance excessive de résidu tumoral dans les séries de macroadénomes hypophysaires non fonctionnels (taux allant de 30 à 70%) (10,11), d'où la recherche d'innovations, à laquelle nous participons, ainsi que de nombreux centres, américains et italiens, notamment.

2- DEVELOPPEMENTS ACTUELS

A. L'Endoscopie, le « gold standard » de la chirurgie hypophysaire ?

Comme indiqué ci-dessus, l'abord trans-sphénoïdal, malgré le microscope et le spéculum, souffre d'une exposition insatisfaisante du champ opératoire et 'd'angles morts' avec risque significatif d'exérèses incomplètes (11). Par ailleurs, l'abord de certaines tumeurs suprasellaires (tumeurs de la tige pituitaire, craniopharyngiomes) à développement infra et rétrochiasmatique est très difficile, tant par l'étage intracrânien du fait du barrage des structures optochiasmatiques que par la voie trans-sphénoïdale. Ainsi, la voie d'abord étendue (trans-tuberculaire) passant en avant de l'hypophyse à travers le tubercule de la selle pour accéder à la citerne optochiasmatique, possible avec l'aide du microscope, reste peu

utilisée pour les raisons de vision limitée déjà citées (12,13). Ce sont ces raisons qui ont motivé le développement de la chirurgie endoscopique endonasale (fig 2).

Les premiers essais d'endoscopie endonasale (14), repris ultérieurement (15), n'ont pas été très concluants du fait d'un matériel inadapté. C'est dans les années 1990 que la chirurgie hypophysaire par voie endonasale sous endoscopie connaîtra son véritable essor sous l'impulsion de l'Ecole de Pittsburgh et de celle de Naples qui codifieront la technique et l'instrumentation (16,17). L'endoscopie peut se concevoir comme une aide à la vision en fin de procédure (« microchirurgie assistée par endoscopie ») ou comme outil remplaçant le microscope, « chirurgie endonasale purement endoscopique ». C'est cette dernière technique, surtout, qui est intéressante pour la chirurgie hypophysaire.

Cette chirurgie est peu invasive. L'abord du plancher de la selle turcique se fait par voie trans-nasale, unilatérale sauf en cas d'adénome géant où l'abord peut être bilatéral, après exérèse de la paroi antérieure et des cloisons du sinus sphénoïdal. La vision endoscopique est réellement panoramique (fig 2) avec repérage aisé de la région des loges caverneuses, des carotides internes et des nerfs optiques. L'ouverture du plancher de la selle turcique, conservé pour reconstruction ultérieure, donne accès à la loge hypophysaire. Après ouverture de la dure-mère, l'adénome est nécessairement enlevé par fragmentation en raison du caractère friable du tissu adénomateux. En cas de macroadénome, le temps d'exérèse est suivi de l'exploration de l'ensemble du champ opératoire et de la vérification de l'absence de résidu tant suprasellaire qu'en extension caverneuse (endoscope 0° ou « coudé » poussé dans la cavité sellaire). La fermeture de la selle turcique se fait par une dure-mère synthétique et le fragment osseux de plancher si existant. Les suites sont simples et la chirurgie pourrait être ambulatoire si ce n'était la surveillance hydro-électrolytique "entrées-sorties" nécessaire pour dépister d'éventuels épisodes de débâcle urinaire, voire de diabète insipide. La sortie est autorisée au 3ième jour post-opératoire pour la grande majorité des patients.

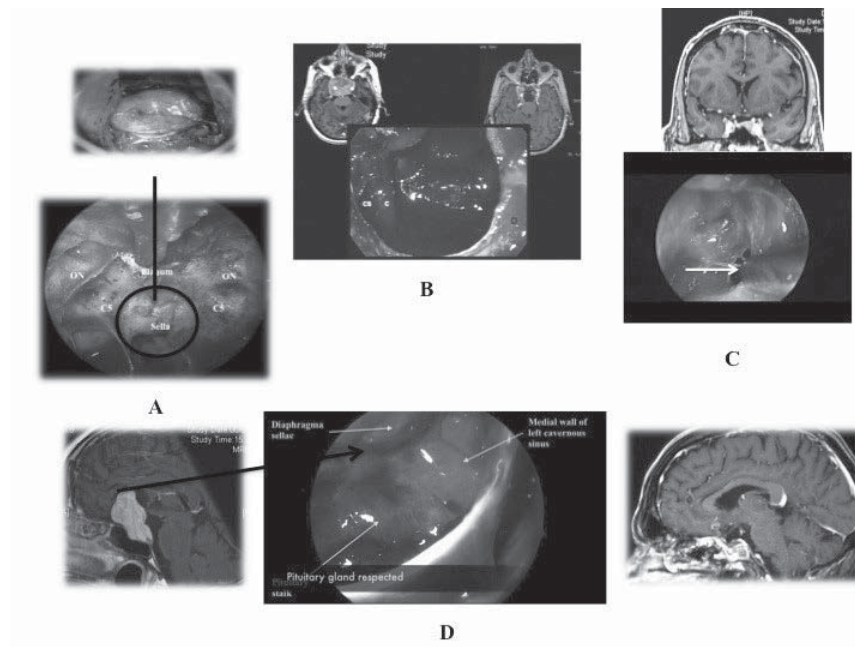
Figure 2. – **Chirurgie hypophysaire sous endoscopie.**

A : La vision de l'endoscope est panoramique. En haut ce que nous voyons sous microscope (vision limitée à la selle turcique, rond) et en bas sous endoscope à 0° (vision de l'ensemble du sinus sphénoïdal et de l'étage antérieur). La région de la selle turcique avec les éléments l'entourant notamment le reliefs des nerfs optiques (ON) et le segment juxta-clinoïdien des carotides (C5) qui représente le danger en chirurgie hypophysaire.

B : L'endoscopie autorise une meilleure vision latérale avec des exérèses chirurgicales probablement plus radicales des extensions latérales des adénomes. Ici un exemple de macroadénome hypophysaire non fonctionnel : à gauche l'imagerie pré opératoire, au centre une vue per opératoire avec la carotide interne visible (C) au sein de la loge caverneuse (CS) et à droite, l'imagerie post opératoire.

C : un autre exemple d'adénome cette fois somatotrope à extension latérale gauche. La vue per opératoire avec l'endoscope poussé à l'entrée de la cavité sellaire montre clairement un pertuis dans la paroi médiale de la loge caverneuse (flèche). Dans ces conditions de vision, un aspirateur pourra être passé au travers de cet orifice pour tenter une résection complète de l'adénome.

D : un autre exemple d'adénome non fonctionnel avec une importante extension suprasellaire. L'endoscope permet d'aller plus loin dans les exérèses sous contrôle de la vue. A gauche, imagerie pré opératoire ; Au centre, la vision per opératoire avec un endoscope poussé dans la cavité sellaire après résection de l'adénome avec un dôme sellaire bien visible, l'antéhypophyse saine plaquée en haut et respectée et la paroi gauche de la loge caverneuse ; A droite, l'imagerie post opératoire.



Nul ne conteste que la vision endoscopique soit meilleure. Pour autant, après deux décennies, que peut-on dire concernant l'impact de cette technique sur a) la morbidité chirurgicale, b) la qualité d'exérèse ou les indications chirurgicales ?

a) Les complications potentielles de la chirurgie hypophysaire sont multiples (18). Elles peuvent être secondaires à la voie d'abord (complications ORL : rhino-sinusite, perforation septale) ou au geste intrasellaire (déficit anté ou posthypophysaire, fistule de LCR, méningite, complications visuelles, plaie vasculaire). *Il est désormais bien validé que le taux de complications, ainsi que les succès de cette chirurgie hypophysaire, sont directement dépendants de l'expérience du chirurgien, d'où la validation de la sur-spécialisation "chirurgie hypophysaire"*. Certains auteurs font état d'une moindre morbidité nasale avec l'endoscopie (16). Objectivement, l'amélioration des suites ORL dépend plus de l'utilisation de la voie endonasale et de l'abandon du speculum nasal que de l'utilisation de l'endoscope. De même, l'abandon du méchage nasal en post-opératoire immédiat apporte un confort réel, sans conséquence délétère, ce qui permet de raccourcir l'hospitalisation. La méthode endoscopique permet-elle de mieux préserver la fonction hypophysaire ? Dans notre expérience, sur une série rétrospective de 164 adénomes hypophysaires non fonctionnels, la morbidité endocrinienne a été moindre, et le taux de récupération des insuffisances anté-hypophysaires partielles supérieur avec l'endoscopie qu'avec le microscope (11). Ceci n'a toutefois pas été retrouvé dans d'autres séries de macro ou microadénomes hypophysaires où la morbidité endocrinienne semble identique. Aucune différence en terme de diabète insipide n'est rapportée. Pour les autres complications (morbidité ophthalmologique, plaie vasculaire), une seule méta-analyse fait état d'une différence entre les deux techniques avec plus de plaies vasculaires dans le groupe endoscopie ; mais, compte tenu de la rareté de cette complication, ce résultat semble discutable (19). Enfin, une place spéciale doit être faite aux fistules de LCR et aux méningites. Nous avons constaté (11), comme d'autres auteurs (20), une augmentation du taux de fistule de LCR au début de notre propre courbe d'apprentissage puis un retour à un taux similaire à la technique microscopique après une vingtaine de procédures.

b) La qualité de l'exérèse par méthode avec microscope et sous endoscope n'a pas été comparée de façon rigoureuse. Il faut donc se fier aux avis de la communauté chirurgicale spécialisée et aux études de cohortes rétrospectives.

Pour les adénomes hypophysaires non fonctionnels, il semble que les taux d'exérèse complète soient plus élevés dans les séries endoscopique que dans les séries microscopiques. Dans notre expérience personnelle fondée sur plus de 800 adénomes opérés nous obtenons un meilleur contrôle des extensions supérieures et latérales avec la technique endoscopique (11). Concernant les extensions latérales, une précision est toutefois nécessaire. Si l'endoscopie permet d'aller plus loin avec plus de sécurité, il faut insister sur le fait que la méthode endoscopique ne change pas les indications opératoires. La loge caverneuse reste un *no man's land* chirurgical dont l'abord serait grevé d'une forte morbidité neuro-oculo-motrice, trigéminal, carotidienne, morbidité non justifiée - sauf exception - compte tenu de l'efficacité et de la faible morbidité des techniques modernes de radiothérapie.

Dans le cas des adénomes sécrétants, certains auteurs font aussi état d'une amélioration de la qualité de résection (20). Dans notre expérience, le taux de guérison, notamment en cas d'adénome à GH, est discrètement mais non significativement supérieur. En revanche, la technique endoscopique n'est pas plus performante pour la recherche et l'exérèse des microadénomes corticotropes.

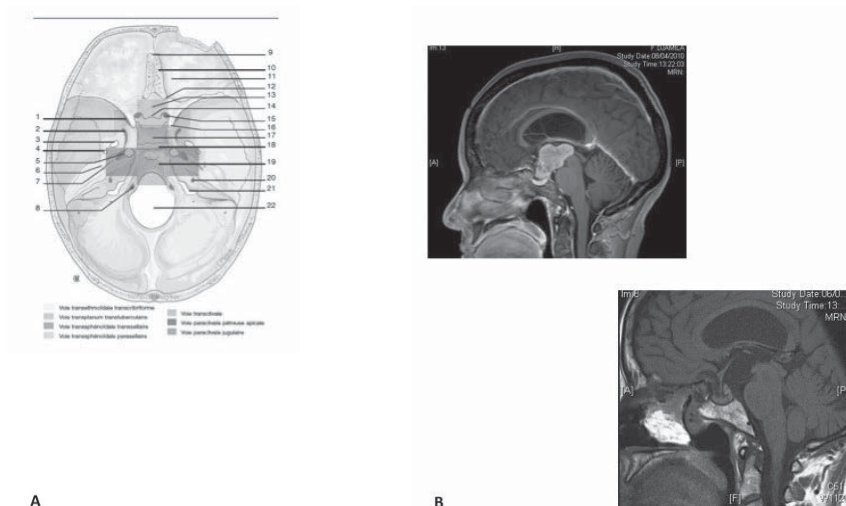
L'évaluation objective de la technique endoscopique pour la chirurgie hypophysaire, fondée sur une base de données européenne multicentrique, est en cours.

Enfin, dans les *tumeurs suprasellaires et rétrochiasmatiques*, l'outil endoscopique permet de développer des voies nasales étendues (fig. 3) ce qui représente un progrès significatif dans cette chirurgie de la base du crâne (21,22). Ainsi, l'abord des tumeurs de la tige (adénome ectopique ou kyste dysembryoplasique) et des kystes ou craniopharyngiomes à extension rétrochiasmatique est désormais plus aisé (23). Les extensions antérieures vers l'étage antérieur ou postérieur rétroclival des macroadénomes de même que les formes en sablier pourront être enlevées en un temps utilisant les voies étendues trans-tuberculaire ou trans-clivale.

Figure 3. – **Les voies endoscopiques endonasales étendues.**

A : Grâce à l'endoscopie, nous pouvons désormais accéder à pratiquement l'ensemble de secteurs de la base du crâne en passant par les fosses nasales et réaliser ainsi des chirurgies crâniennes.

B : Vues IRM sagittales en séquence T1 préopératoire en haut et postopératoire en bas. L'endoscopie est un gain majeur pour la chirurgie des tumeurs sous et rétrochiasmatiques. Ici un exemple de kyste épidermoïde opéré par voie endonasale endoscopique étendue.

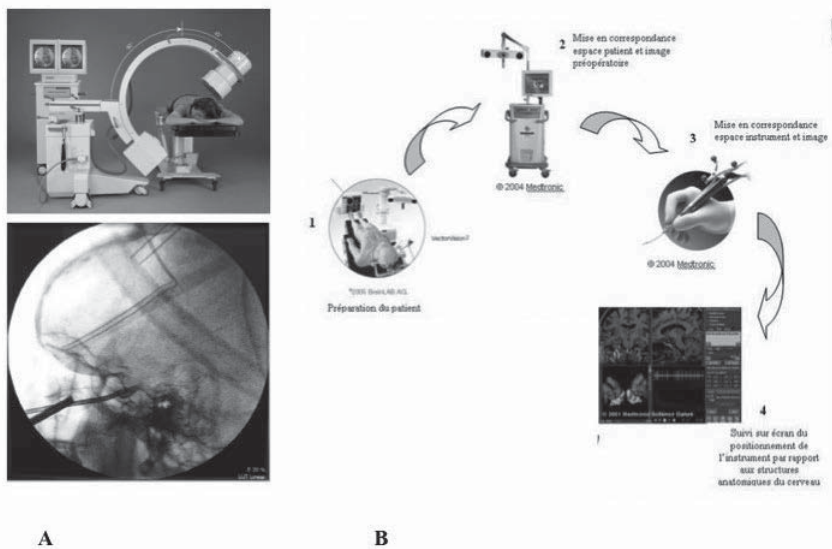


Au total, l'endoscopie est d'ores et déjà considérée comme un gain et la chirurgie hypophysaire endonasale purement endoscopique s'implante progressivement dans tous les grands centres de neurochirurgie.

B. Imagerie per-opératoire: fluoroscopie, neuro-navigation (fig 4)

Dans la chirurgie hypophysaire, l'imagerie per-opératoire a été développée dès la réintroduction des voies trans-sphénoïdales. Au-delà de la radioscopie per-opératoire, c'est le « neuro-navigation » qui est développée dès la fin des années 1990. La neuro-navigation, qui permet une chirurgie assistée par ordinateur (24), peut être considérée de façon imagée comme un véritable « système GPS » pour le neurochirurgien. Les données anatomiques obtenues en pré-opératoire par IRM et/ou CT, introduites dans le programme informatique, servent à guider sur écran la progression du chirurgien. L'aide est particulièrement notable dans les abords étendus ou lors des reprises chirurgicales. Elle l'est moins pour la recherche d'un microadénome en raison de l'insuffisante précision de l'imagerie ainsi que dans la phase de résection d'un macroadénome du fait de la non-actualisation de l'image. Dans ce domaine, le progrès passera par le développement de l'imagerie per opératoire.

Figure 4. – L'imagerie per-opératoire, fluoroscopie à gauche et neuronavigation à droite.



C. Anato-pathologie et dosages hormonaux per-opératoires :

C'est dans le cas des microadénomes corticotropes que ces approches sont le plus pertinentes. En effet, le diagnostic et la visualisation radiologique de ces microadénomes, malgré l'utilisation de champs magnétiques plus forts (3 teslas) en IRM, restent souvent difficiles (25,26) et la recherche, par cathétérisme des sinus pétreux inférieurs, d'un gradient hypophyso-périphérique d'ACTH est une procédure invasive (27).

La possibilité de disposer d'un examen extemporané durant la chirurgie est intéressante pour confirmer la présence de l'adénome et, parfois, pour guider les limites de l'exérèse en cas de confirmation de prolongements latéraux. Dans ces cas, en effet, l'hypophysectomie partielle est préférable à une simple adénomectomie.

Le dosage per-opératoire d'ACTH a été développé dans les cas de maladies de Cushing centrales quasi-certaines sans adénome visible à l'IRM (près de 50% des cas). Le dosage rapide per-opératoire d'ACTH dans le sang prélevé au niveau des sinus caverneux après l'abord chirurgical de l'hypophyse peut guider le choix du côté de l'hémihypophysectomie en cas de gradient latéral, avec des taux de guérison post-opératoire d'environ 80% (28–30). Toutefois, le petit nombre de cas et l'absence d'études randomisées nécessitent la poursuite d'études prospectives.

3- LE FUTUR

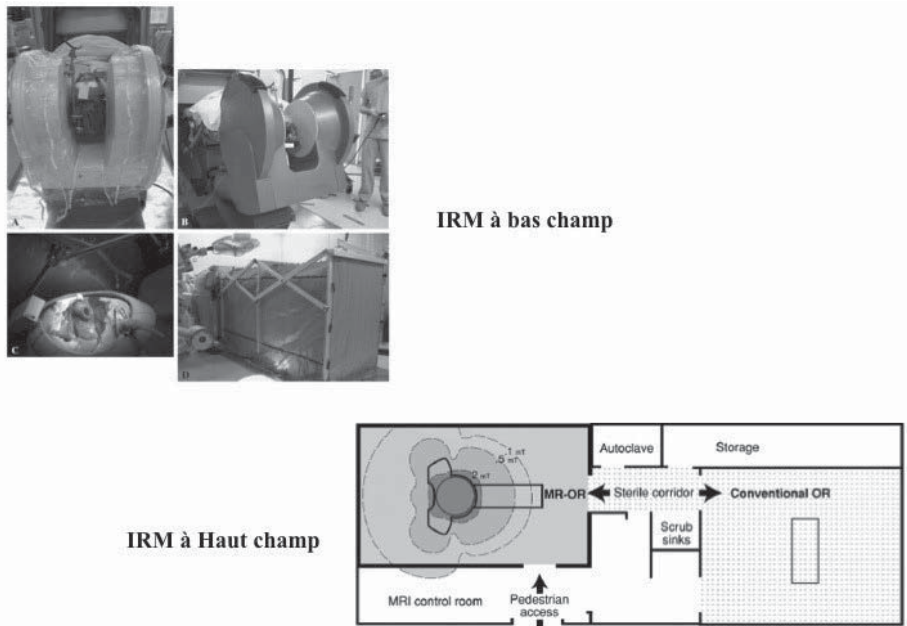
A. Imagerie per opératoire

IRM per-opératoire par (fig 5)

La référence radiologique pour l'hypophyse est l'IRM. Les IRM à bas champ (0,15 tesla) (POLESTAR N20 de Medtronic, par exemple) peuvent être utilisées dans des salles opératoires classiques et sont d'un coût relativement "raisonnable". Les images, en revanche, ne sont pas de très bonne qualité. Ces systèmes peuvent néanmoins dépister un éventuel résidu suprasellaire ; ils sont aussi utiles dans les voies étendues. Mais ils manquent de précision pour les microadénomes ainsi que dans l'évaluation des résidus parasellaires. Avec ce type d'imagerie per-opératoire le taux d'exérèse complète des adénomes non fonctionnels n'est pas plus élevé que dans les séries endoscopiques (31–35). Les IRM à haut champ (1,5 tesla ou plus), telles qu'utilisées dans les centres de radiologie, nécessitent une installation en bloc opératoire dédié. Si la définition des images est bien évidemment meilleure, en particulier pour les compartiments latéro-sellaires (36), la localisation des microadénomes corticotropes reste problématique. Ces équipements, globalement très lourds, sont très peu répandus. Mais il est très probable que, dans un avenir plus ou moins lointain, ces systèmes se substituent à la neuro-navigation.

Figure 5. – **Systèmes d'IRM per opératoire.**

En haut, un système IRM à bas champ, mobile qui peut se placer dans une salle d'opération classique.
En bas, les système IRM dits de haut champs (1,5T ou plus) nécessitent des installations comme nous pouvons en voir dans les services de radiologie donc des salles opératoires dédiées. Les coûts d'une telle réalisation sont élevées freinant la diffusion de la technique.



Echo-Doppler

L'échographie-doppler per-opératoire est déjà utilisée dans la chirurgie des gliomes, tumeurs primitives cérébrales. Cette modalité pourrait se développer dans la chirurgie hypophysaire avec des perspectives intéressantes notamment dans le dépistage des microadénomes (37,38).

B. Outils technologiques chirurgicaux

La fluorescence per-opératoire

La discrimination entre tissu tumoral et hypophyse normale se fonde sur deux critères: la consistance (friable pour la tumeur, ferme pour l'antéhypophyse) et la coloration ("gris-violacé" pour l'adénome, « jaune » pour l'antéhypophyse et « blanc » pour la posthypophyse). Le principe de la technique de fluorescence est basé sur la capture du marqueur fluorescent, injecté par voie i.v., par la cellule tumorale qui se révèle lorsqu'une lumière spéciale est appliquée. En fin d'intervention, cela permettrait de localiser plus facilement un résidu tumoral. La technique de la fluorescence per-opératoire est utilisée avec succès dans la chirurgie des tumeurs cérébrales primitives de haut grade. Cette technique, appliquée à la chirurgie hypophysaire, semble pouvoir apporter une aide mais justifie des travaux complémentaires (39).

Endoscopie 3D

Une des critiques faites à l'endoscopie actuelle est de supprimer la vision tridimensionnelle. En pratique, cela ne gêne pas le chirurgien qui, travaillant avec ses deux mains, récupère ainsi la perception de profondeur de champ, donc un repérage tridimensionnel. Néanmoins, la technologie 3D se développe avec les endoscopes de nouvelle génération (40–42). Les travaux préliminaires font état d'une courbe d'apprentissage plus facile et rapide mais sans gain évident, pour l'instant, sur les résultats finaux de la chirurgie.

La Robotique (fig 6)

L'exiguité des voies d'abord de la neurochirurgie hypophysaire rend attractif le développement d'une chirurgie robotisée de la base du crâne. Il existe déjà des robots chirurgicaux multibras type Da Vinci® guidés par le chirurgien qui permettraient, en neurochirurgie, d'augmenter la précision (diminution de la morbidité, bénéfice dans la réparation des brèches ostéo-méningées, par exemple). Cette voie de recherche débute en chirurgie de la base du crâne et pour les voies endonasales (43). Il s'agit pour l'instant de travaux précliniques au laboratoire d'anatomie de démonstration de la faisabilité du concept. Cela ouvre la voie au développement de la télé-médecine et l'on peut imaginer, dans un avenir plus ou moins lointain, la possibilité d'opération à distance. Une autre voie de recherche potentielle en robotique est le développement de l'automatisation de tâches chirurgicales (fraisage de certaines structures osseuses, par exemple) qui, programmées par le chirurgien, seraient effectuées par le robot. Il ne s'agirait évidemment pas de remplacer le chirurgien mais de contribuer à l'amélioration de la qualité et de la sécurité de la globalité des interventions. Cet aspect reste pour l'instant virtuel mais nul doute que cette voie se développe dans l'avenir.

Figure 6. – Un exemple de robot chirurgical multibras.

La robotique peut se concevoir comme un outil pour augmenter la précision du geste chirurgical. Ici dans ce modèle, le support multibras est placé au dessus du malade (B) et le chirurgien commande ces bras à distance en utilisant des manettes (A). Cela ouvre la voie au concept de chirurgie à distance.



4- CONCLUSION

La chirurgie hypophysaire moderne a connu plusieurs mutations importantes. La réintroduction de la voie trans-sphénoïdale et l'avènement du microscope opératoire à la fin des années 1960 ont été une étape cruciale. L'endoscopie, étape peut-être moins radicale, prend actuellement le dessus. L'imagerie per-opératoire va progressivement s'installer et améliorer les conditions de réalisations chirurgicales. La robotique en est à ses balbutiements mais devrait jouer un rôle croissant dans la chirurgie du futur. Mais, peut-on conclure, finalement, que toutes ces avancées se développent dans l'attente de traitements médicaux qui, plus efficaces, rendront peut-être un jour l'abord chirurgical des adénomes hypophysaires obsolète.

¹ Faculté de Médecine Lyon-Sud; Université Lyon I, France

² INSERM U1028, CNRS UMR5292, 69372 Lyon Cedex, France

³ Département de Neurochirurgie A, Hôpital Neurologique Pierre Wertheimer, Groupement Hospitalier Est, Hospices Civils de Lyon, Bron, France

⁴ Département d'Anatomopathologie, Groupement Hospitalier Est, Hospices Civils de Lyon, Bron, France

⁵ Département d'Endocrinologie, Groupement Hospitalier Est, Hospices Civils de Lyon, Bron, France

⁶ Faculté de Médecine Lyon-Est; Université Lyon I, France

⁷ Département de Radiothérapie, Groupement Hospitalier Sud, Hospices Civils de Lyon, Pierre Bénite, France

⁸ Département de Radiologie, Groupement Hospitalier Sud, Hospices Civils de Lyon, Pierre Bénite, France

Adresse pour la correspondance : Professeur Emmanuel Jouanneau, Département de Neurochirurgie A, Hôpital Neurologique Pierre-Wertheimer, Groupement Hospitalier Est, 59 Boulevard Pinel 69500 Bron
E-mail : emmanuel.jouanneau@chu-lyon.fr

PITUITARY SURGERY: PAST, PRESENT, FUTURE

by **Emmanuel JOUANNEAU, Alexandre VASILJEVIC, Véronique FAVREL, Véronique LAPRAS** and **Gérald RAVEROT** (Lyon)

ABSTRACT

Pituitary surgery began in the early 20th century. Originally performed using intracranial route, surgeons quickly developed transsphenoidal approaches, first with transfacial routes and later on using the endonasal corridor. Despite good results, many surgeons abandoned these transsphenoidal approaches for decades until the beginning of the sixties. With the use of the microscope, neurosurgery entered the modern era of microsurgery. Recent technical advances concern endoscopy and neuronavigation. Future developments will concern intraoperative imaging and robotic.

Key-words : Pituitary surgery, Endoscopy, Imaging, Robotic.

BIBLIOGRAPHIE

- 1. Dubourg J, Jouanneau E, Messerer M. Pituitary surgery: legacies from the past.** Acta Neurochir (Wien). 2011 Dec;153(12):2397–402.
- 2. Powell M. Sir Victor Horsley—an inspiration.** BMJ. 2006 Dec 23;333(7582):1317–9.
- 3. Cushing H. The pituitary body and its disorders.** JP Lippincott. Birmingham; 1912.
- 4. Hardy J, Wigser SM. Trans-sphenoidal surgery of pituitary fossa tumors with televised radiofluoroscopic control.** J. Neurosurg. 1965 Dec;23(6):612–9.
- 5. Kern EB, Pearson BW, McDonald TJ, Laws ER Jr. The transeptal approach to lesions of the pituitary and parasellar regions.** Laryngoscope. 1979 May;89(5 Pt 2 Suppl 15):1–34.
- 6. Fukushima T, Sano K. Sublabial rhinoseptoplasty technique for transsphenoidal pituitary surgery by a hinged-septum method. Technical note.** J. Neurosurg. 1980 Jun;52(6):867–70.
- 7. Griffith HB, Veerapen R. A direct transnasal approach to the sphenoid sinus. Technical note.** J. Neurosurg. 1987 Jan;66(1):140–2.
- 8. Lüdecke DK. Transnasal microsurgery of Cushing's disease 1990. Overview including personal experiences with 256 patients.** Pathol. Res. Pract. 1991 Jun;187(5):608–12.
- 9. Figarella-Branger D, Trouillas J. The new WHO classification of human pituitary tumors: comments.** Acta Neuropathol. 2006 Jan;111(1):71–2.
- 10. Jouanneau. Les adénomes hypophysaires non fonctionnels: résultats tumoraux, endocriniens et ophtalmologiques à long terme.** 1999.
- 11. Messerer M, De Battista JC, Raverot G, Kassis S, Dubourg J, Lapras V, et al. Evidence of improved surgical outcome following endoscopy for nonfunctioning pituitary adenoma removal.** Neurosurg Focus. 2011 Apr;30(4):E11.
- 12. Mason RB, Nieman LK, Doppman JL, Oldfield EH. Selective excision of adenomas originating in or extending into the pituitary stalk with preservation of pituitary function.** J. Neurosurg. 1997 Sep;87(3):343–51.
- 13. Kato T, Sawamura Y, Abe H, Nagashima M. Transsphenoidal-transtuberculum sellae approach for supradiaphragmatic tumours: technical note.** Acta Neurochir (Wien). 1998;140(7):715–718; discussion 719.
- 14. Guiot J, Rougeri J, Fourestier M, Fournier A, Comoy C, Vulmiere J, et al. [Intracranial endoscopic explorations].** Presse Med. 1963 May 18;71:1225–8.
- 15. Jankowski R, Auque J, Simon C, Marchal JC, Hepner H, Wayoff M. Endoscopic pituitary tumor surgery.** Laryngoscope. 1992 Feb;102(2):198–202.
- 16. Jho HD, Carrau RL. Endoscopic endonasal transsphenoidal surgery: experience with 50 patients.** J. Neurosurg. 1997 Jul;87(1):44–51.
- 17. Cappabianca P, Cavallo LM, Colao A, Del Basso De Caro M, Esposito F, Cirillo S, et al. Endoscopic endonasal transsphenoidal approach: outcome analysis of 100 consecutive procedures.** Minim Invasive Neurosurg. 2002 Dec;45(4):193–200.
- 18. Ciric I, Ragin A, Baumgartner C, Pierce D. Complications of transsphenoidal surgery: results of a national survey, review of the literature, and personal experience.** Neurosurgery. 1997 Feb;40(2):225–236; discussion 236–237.
- 19. 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. Psychiatr. 2012 Dec 15; 20.
- 20. D'Haens J, Van Rompaey K, Stadnik T, Haentjens P, Poppe K, Velkeniers B. Fully endoscopic transsphenoidal surgery for functioning pituitary**

adenomas: a retrospective comparison with traditional transsphenoidal microsurgery in the same institution. *Surg Neurol.* 2009 Oct;72(4):336–40. **21. Berhouma M, Messerer M, Jouanneau E.** Chirurgie endoscopique de l'hypophyse et de la base du crâne. Elsevier Masson SAS; 2013. **22. 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. (Paris).* 2012 Feb;168(2):121–34. **23. Gardner PA, Kassam AB, Snyderman CH, Carrau RL, Mintz AH, Grahovac S, et al.** Outcomes following endoscopic, expanded endonasal resection of suprasellar craniopharyngiomas: a case series. *J. Neurosurg.* 2008 Jul;109(1):6–16. **24. Spetzger U, Laborde G, Gilsbach JM.** Frameless neuronavigation in modern neurosurgery. *Minim Invasive Neurosurg.* 1995 Dec;38(4):163–6. **25. Kim LJ, Lekovic GP, White WL, Karis J.** Preliminary Experience with 3-Tesla MRI and Cushing's Disease. *Skull Base.* 2007 Jul;17(4):273–7. **26. Pinker K, Ba-Ssalamah A, Wolfsberger S, Mlynarik V, Knosp E, Trattng S.** The value of high-field MRI (3T) in the assessment of sellar lesions. *Eur J Radiol.* 2005 Jun;54(3):327–34. **27. Bessac L, Bachelot I, Vasdev A, Martinie M, Bonnier L, Chabre O, et al.** [Catheterization of the inferior petrosal sinus. Its role in the diagnosis of Cushing's syndrome. Experience with 23 explorations]. *Ann. Endocrinol. (Paris).* 1992;53(1):16–27. **28. Czirják S, Bezzegh A, Gál A, Rác K.** Intraoperative bilateral cavernous sinus sampling for ACTH measurements during transsphenoidal pituitary surgery in patients with Cushing's disease. *Clin Neurol Neurosurg.* 2002 Sep;104(4):334–8. **29. Gazioglu N, Ulu MO, Ozlen F, Albayram S, Islak C, Kocer N, et al.** Management of Cushing's disease using cavernous sinus sampling: effectiveness in tumor lateralization. *Clin Neurol Neurosurg.* 2008 Apr;110(4):333–8. **30. Passagia JG, Gay E, Chabre O, Martinie M, Labat-Moleur F, Bachelot I.** [Role of perioperative biological tests during the performance and follow-up of corticotroph adenoma exeresis]. *Neurochirurgie.* 2002 May;48(2-3 Pt 2):223–5. **31. Buchfelder M, Schlaffer S-M.** Intraoperative magnetic resonance imaging during surgery for pituitary adenomas: pros and cons. *Endocrine.* 2012 Dec;42(3):483–95. **32. Gerlach R, De Rochemont R du M, Gasser T, Marquardt G, Imoehl L, Seifert V.** Implementation of the ultra low field intraoperative MRI PoleStar N20 during resection control of pituitary adenomas. *Acta Neurochir. Suppl.* 2011;109:73–9. **33. Hlavica M, Bellut D, Lemm D, Schmid C, Bernays RL.** Impact of ultra-low-field intraoperative magnetic resonance imaging on extent of resection and frequency of tumor recurrence in 104 surgically treated nonfunctioning pituitary adenomas. *World Neurosurg.* 2013 Jan;79(1):99–109. **34. De Witte O, Makiese O, Wikler D, Levivier M, Vandesteene A, Pandin P, et al.** [Transsphenoidal approach with low field MRI for pituitary adenoma]. *Neurochirurgie.* 2005 Dec;51(6):577–83. **35. Wu J-S, Shou X-F, Yao C-J, Wang Y-F, Zhuang D-X, Mao Y, et al.** Transsphenoidal pituitary macroadenomas resection guided by PoleStar N20 low-field intraoperative magnetic resonance imaging: comparison with early postoperative high-field magnetic resonance imaging. *Neurosurgery.* 2009 Jul;65(1):63–70; discussion 70–71. **36. Nimsky C, Von Keller B, Ganslandt O, Fahlbusch R.** Intraoperative high-field magnetic resonance imaging in transsphenoidal surgery of hormonally inactive pituitary macroadenomas. *Neurosurgery.* 2006 Jul;59(1):105–114; discussion 105–114. **37. Knappe UJ, Engelbach M, Konz K, Lakomek H-J, Saeger W, Schönmayr R, et al.** Ultrasound-assisted microsurgery for Cushing's disease. *Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes.* 2011 Apr;119(4):191–200. **38. Solheim O, Selbekk T, Løvstakken L, Tangen GA, Solberg OV, Johansen TF, et al.** Intraseellar ultrasound in transsphenoidal surgery: a novel technique. *Neurosurgery.* 2010 Jan;66(1):173–185; discussion 185–186. **39. Litvack ZN, Zada G, Laws ER Jr.** Indocyanine green fluorescence endoscopy for visual differentiation of pituitary tumor from surrounding structures. *J. Neurosurg.* 2012 May;116(5):935–41. **40. Felisati G, Pipolo C, Maccari A, Cardia A, Revay M, Lasio GB.** Transnasal 3D endoscopic skull base surgery: questionnaire-based analysis of the learning curve in 52 procedures. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2013 Jan 6; **41. Kari E, Oyesiku NM, Dadashev V, Wise SK.** Comparison of traditional 2-dimensional endoscopic pituitary surgery with new 3-dimensional endoscopic technology: intraoperative and early postoperative factors. *Int Forum Allergy Rhinol.* 2012 Feb;2(1):2–8. **42. Shah RN, Leight WD, Patel MR, Surowitz JB, Wong Y-T, Wheless SA, et al.** A controlled laboratory and clinical evaluation of a three-dimensional endoscope for endonasal sinus and skull base surgery. *Am J Rhinol Allergy.* 2011 Jun;25(3):141–4. **43. Schneider JS, Burgner J, Webster RJ 3rd, Russell PT 3rd.** Robotic surgery for the sinuses and skull base: what are the possibilities and what are the obstacles? *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2013 Feb;21(1):11–6.



pour les Éditions de Médecine Pratique
17, rue Souham, 19000 TULLE
4^e trimestre 2013
Dépôt légal n° 459