

LA NEURONAVIGATION EST ELLE NECESSAIRE DANS LA NEUROCHIRURGIE MODERNE ? ETUDE PRELIMINAIRE A PROPOS DE 14 PATIENTS

L. BENCHERIF, M. BOUALLEG, L. GUENANE, K. BOUAZZA, B. ABDENNEBI.

*Service de Neurochirurgie
E.H.S SALIM ZEMIRLI, El Harrach, Alger.*

RÉSUMÉ: La neuronavigation, «chirurgie guidée par l'imagerie», est une technique qui permet, à partir d'une IRM cérébrale, d'assister le chirurgien dans la préparation et la réalisation de son acte chirurgical. Elle permet de réaliser une planification du trajet opératoire le plus approprié par rapport à une zone anatomique donnée. L'intérêt de la Neuronavigation est de limiter le geste chirurgical en réduisant la voie d'abord, d'assurer un acte chirurgical plus précis surtout pour les lésions petites et/ou profondes et d'assurer des suites opératoires plus simples, en évitant les complications post opératoires. Notre expérience a porté sur 14 patients qui ont bénéficié de la Neuronavigation pour des pathologies différentes, dominées par les cavernomes de petite taille et situés en zones éloquentes, sans combinaison avec d'autre imagerie per opératoire type échographie ou IRM. Exceptionnellement, pour un cas de métastase cérébrale rolandique gauche, la neuronavigation a été combinée à la stimulation corticale. Nous étalons dans cet article nos résultats, les indications, les inconvénients, voir les limites de la neuronavigation, ainsi que l'intérêt de l'utilisation de cet outil dans des endroits précis du cerveau.

Mots clés : *Neuronavigation, Tumeurs cérébrales, Chirurgie guidée*

ABSTRACT: Neuronavigation, "imaging guided surgery", is a technique, which assists the surgeon in preparing and realizing the surgery, with the help of MRI. It permits to plan the most appropriate surgical way according to some anatomical areas. The interest of neuronavigation is to restrict the surgical gesture by reducing the approach, to ensure a more precise surgery especially for small lesions and those located deeply, in order to avoid postoperative complications. Our experience was on about 14 patients, who benefited from neuronavigation for different lesions, dominated by small cavernomas situated in eloquent area, without the help of other peroperative imaging, such as ultrasonography or MRI. Except in one case of left rolandic metastasis, neuronavigation was associated to cortical stimulation. In this article, we expose our results, the indications, disadvantages, limits of neuronavigation, also, the interest of using this device in precise regions of the brain.

Keywords : *Neuronavigation, Brain tumors, Image guided surgery*

INTRODUCTION

Le couplage de la Neuronavigation à la chirurgie nous procure toute la garantie technique pour aborder les lésions cérébrales profondes et/ou de petite taille, avec une approche précise, et ceci avec une taille du volet opératoire moindre et donc une exposition et un traumatisme minime du parenchyme cérébral sain.

Le taux de morbidité et de mortalité post opératoire avec l'utilisation de la Neuronavigation est bas, surtout celui des séquelles neurologiques, sans omettre l'avantage de la réduction de la durée de l'intervention et de la durée de l'hospitalisation.

L'intérêt de notre article est de montrer notre début d'expérience concernant 14

patients opérés sous Neuronavigation combinée à la Microchirurgie, sans qu'elle n'ait été couplée à d'autre type d'imagerie per opératoire. Exceptionnellement pour un cas de métastase rolandique, la stimulation corticale y a été associée.

Nos critères de sélection et nos résultats sont rapportés, après un recul de 05 ans. Ensuite, une illustration des différentes étapes de la technique de Neuronavigation utilisée est fournie, tout en précisant les avantages et les inconvénients.

Il s'agira, en fin de compte, de répondre à la question «la Neuronavigation est-elle nécessaire à la Neurochirurgie moderne ? », malgré les contraintes liées au poids de la machine, à son encombrement, à son prix et surtout à l'effet shift, ainsi que quand faut-il la combiner à la microchirurgie et/ou l'imagerie per opératoire.

MATERIELS ET METHODES

La Neuronavigation, dans la prise en charge chirurgicale de nos patients, a été introduite au sein de notre service en janvier 2005. Cet outil a été particulièrement investi dans les calculs de la cible opératoire chez les malades parkinsoniens (Deep Brain stimulation).

En dehors de de cette indication, 14 patients, opérés à partir de cette date, ont été rétrospectivement sélectionnés pour être inclus dans cette étude. Nos critères d'inclusion sont les lésions cérébrales profondes, les lésions siégeant en zone hautement fonctionnelle, et les lésions de petite taille, inférieures à 2 cm de diamètre. Celui-ci variaient entre 8 et 20 mm.

Le siège des lésions opérées est assez variable (Tab. 1) :

| | |
|--|--------|
| - Pré frontale droit (Aire 6 AMS)..... | 2 cas. |
| - Pré frontale gauche (Aire 6 AMS)..... | 2 cas. |
| - Temporale au niveau de la région hypophysaire et sur la face inférieure droite (T3, T4)..... | 4 cas |
| - Rolandique (dont 2 à droite et 1 à gauche)..... | 3 cas |
| - Pariéto-occipitale gauche..... | 2 cas |
| - Région pinéale..... | 1 cas |

Tab. 1 : Le siège de différentes lésions opérées

La tranche d'âge dans notre série varie entre 13 et 53 ans, avec un âge moyen de 31 ans. Une légère prédominance masculine est notée, avec 8 hommes pour 6 femmes.

La symptomatologie clinique est, bien sûr, fonction du siège de la lésion, avec des crises d'épilepsie de type partiel dans 4 cas, des crises généralisées dans 10 cas, des signes neurologiques en foyer présents dans 02 cas. Le syndrome d'hypertension intracrânienne a été retrouvé seulement dans un cas. La nature des lésions opérées varient entre cavernome, gliome, métastase et kyste arachnoïdien.

LES RESULTATS

Les résultats sont analysés en fonction de la qualité d'exérèse, de la disparition des signes cliniques, de la morbidité et la mortalité, ainsi que sur la durée du pré-

planning du trajet opératoire et la durée de l'intervention.

La durée de préparation (pré planning) à l'aide de la station de Neuronavigation varie entre 40 min et 1h30 mn, alors que la durée de l'intervention varie entre 2h et 3h 20min, avec une taille du volet réduite. La durée d'hospitalisation dans le service se situe entre 6 et 8 jours.

L'exérèse a été totale dans 11 cas et large dans 3 cas, ces derniers concernant des gliomes de stade II ou III (Fig. 1, 2, 3 et 4). Les crises d'épilepsies ont disparu dans 06 cas et ont vu leur fréquence réduite dans 08 cas. Le déficit moteur préopératoire s'est amélioré chez 2 patients. Il n'y a pas eu de morbidité post opératoire ni de décès.

L'effet shift de la station a été rencontré dans 03 cas.

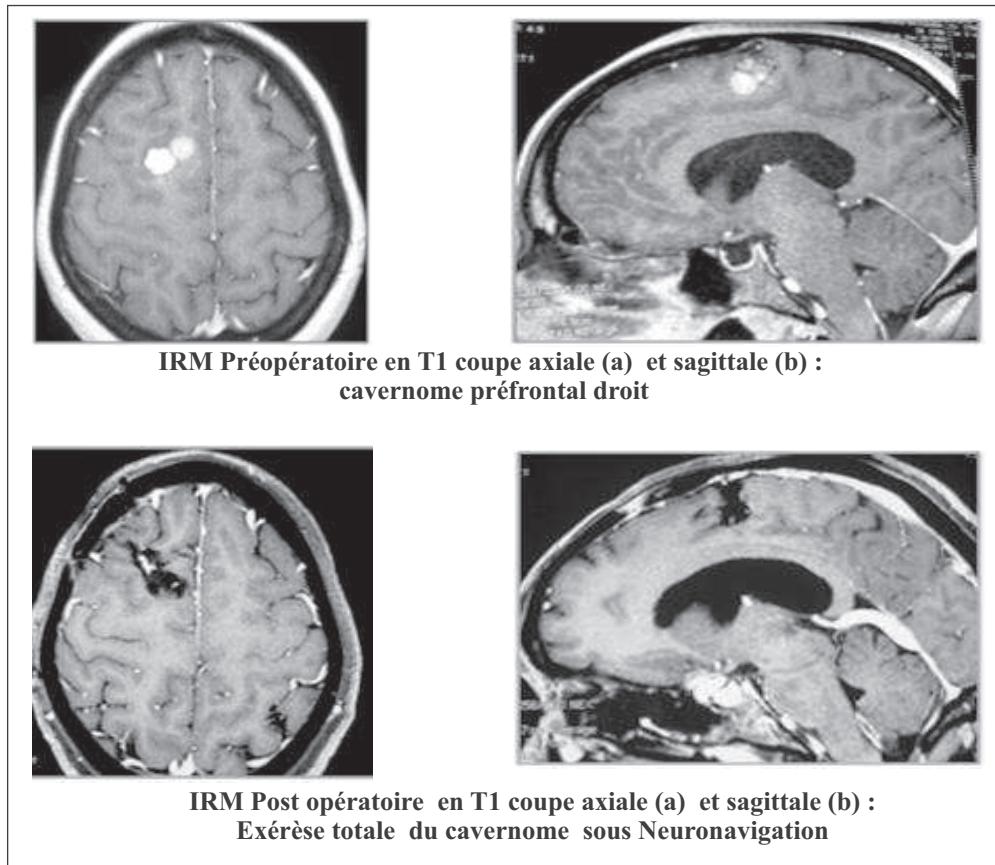


Fig. 01

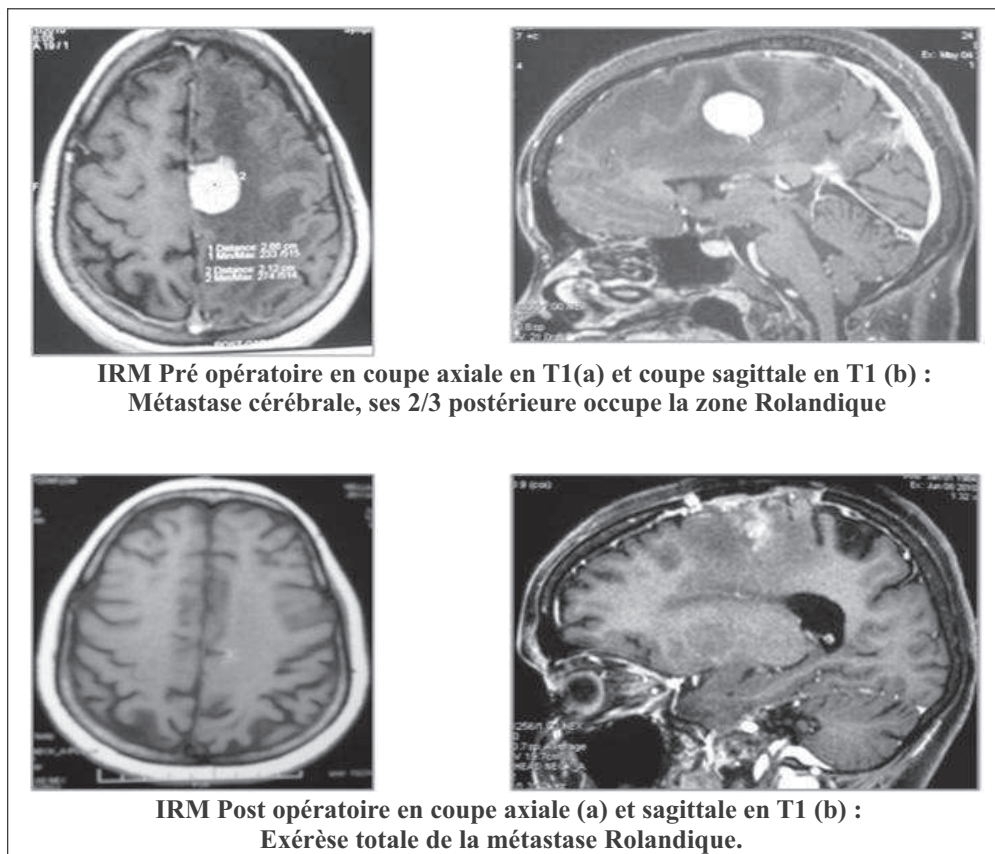


Fig. 2

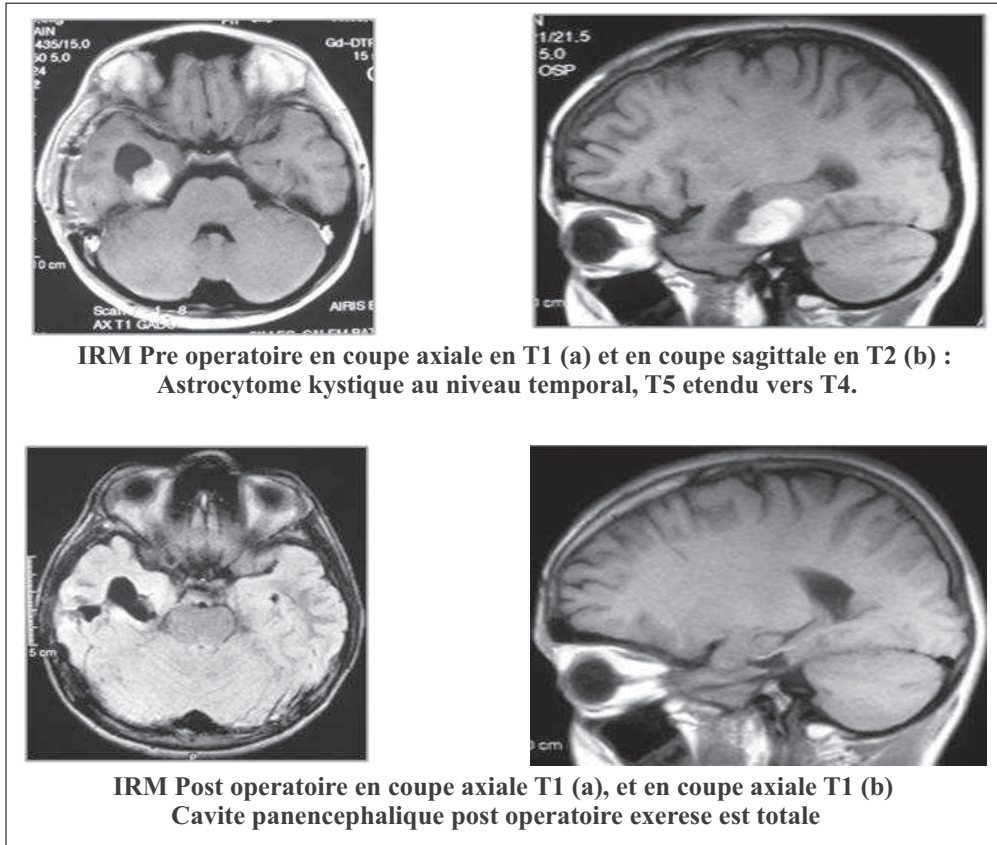


Fig. 3

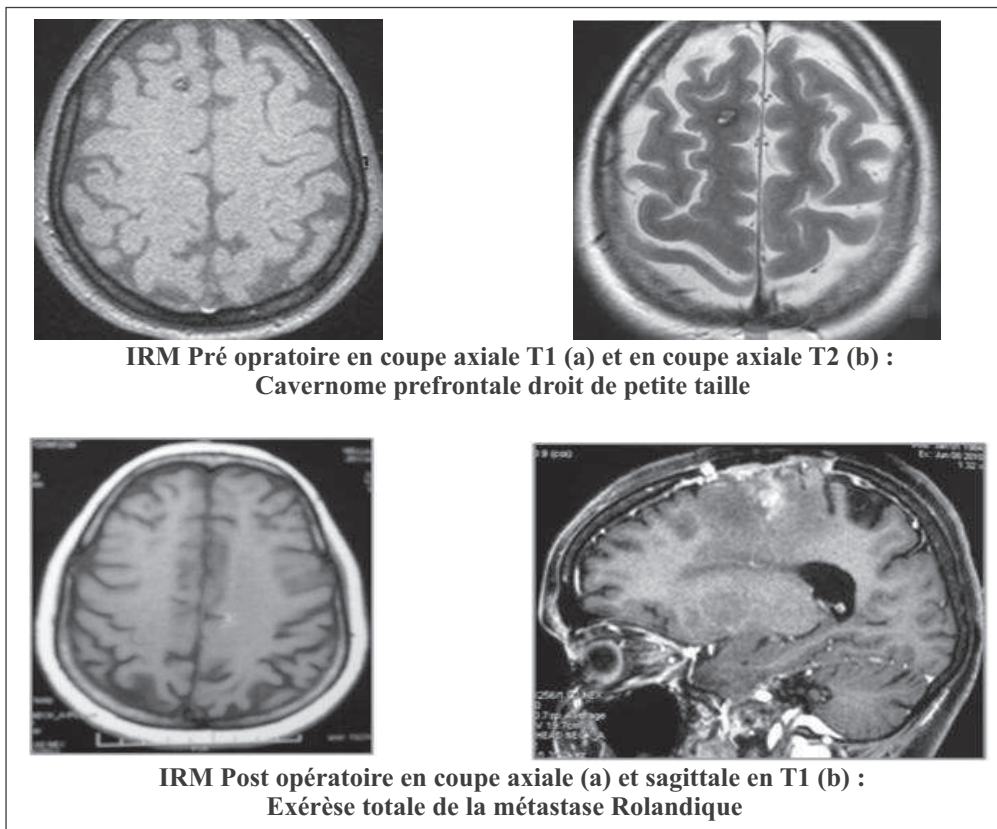


Fig. 4

DISCUSSION

La Neuronavigation paraît être un moyen simple pour minimiser l'abord chirurgical, tout en optimisant le positionnement du volet.

SES INDICATIONS :

Cette technique trouve son intérêt dans les localisations éloquentes et/ou profondes, ces dernières sous entendant capsule interne, ganglions de la base, lésion intra ventriculaire, Corps calleux et tronc cérébral, ainsi que l'insula, qui selon Tirakotain [16], est une localisation profonde, malgré sa situation corticale. Les lésions profondes peuvent être abordées soit par une voie inter hémisphérique, éventuellement à travers le corps calleux, soit en empruntant une région parenchymateuse peu éloquente et l'utilisation de la Neuronavigation donnera alors plus de précision au trajet opératoire.

Concernant nos cas, l'indication opératoire a été retenue devant les localisations profondes et surtout les localisations en zones éloquentes, hautement fonctionnelles. La pathologie la plus fréquente était représentée par les cavernomes, qui étaient symptomatiques, bien que n'ayant pas saigné.

Selon la littérature, Les cavernomes endocrâniens sus tentoriels représentent plus de 75 % des cas [8], alors que les cavernomes localisés au niveau de la fosse cérébrale postérieure et dont la majorité est située au niveau du tronc cérébral représente 20 à 25 %.

Les localisations au niveau du tronc cérébral saignent plus que les localisations hémisphériques corticales ou sous corticales. Il faut se rappeler que les petites lésions cérébrale peuvent être bruyantes au niveau des zones éloquentes. La Neuronavigation trouve sa place dans ces zones, surtout pour les petites lésions, telles que les cavernomes qui n'ont pas saignés [2], et c'est le cas de 8 patients de notre série. Les lésions situées en zones rolandique sont plus exposées à une morbidité que certaines lésions profondes mais qui peuvent être abordées par voie inter hémisphérique ou à travers un parenchyme moins éloquent. Les lésions des noyaux gris centraux, ceux de la tête du noyau caudé ou au niveau du ventricule

latérale, peuvent par exemple être abordées par voie inter hémisphérique transcalleuse selon la technique décrite par l'équipe de Spetzler [4]. Les localisations de la capsule interne et du noyau lenticulaire sont de mauvais pronostic car se retrouvent à distance d'une surface piale ou épendymaire et leur accès chirurgical se fait par voie trans parenchymateuse traversant des zones éloquentes. Les indications chirurgicales a ce niveau sont rares et ne se discutent que lorsque le pronostic vitale est en jeu.

La sélection des patients dépend aussi d'une bonne analyse des images radiologique, en particulier dans les cavernomes. Selon Brown, le T2 est plus fiable pour le diagnostic d'un cavernome, alors que pour planifier l'acte chirurgical le T1 est meilleur car il ne montre pas d'amplification comme le T2, qui donne l'impression que le cavernome est en contact avec la surface piale ou épendymaire si il est de localisation intra ventriculaire [4]. Il fausse par conséquent la méthode des deux points d'entrées à la lésion, le premier point devant être situé au centre du cavernome et le second là où la lésion est le plus à proximité de la surface piale ou épendymaire même si elle est guidée par la Neuro-navigation serait plus risquée [1].

En conclusion, si les indications de la Neuronavigation sont bien codifiées, il faut se rappeler que la Neuronavigation elle-même n'est qu'un outil, qui conduit simplement au point où la lésion est la plus proche de la surface piale ou épendymaire, ce qui ne dispense pas le chirurgien d'avoir une bonne connaissance de l'anatomie chirurgicale et fondamentale et d'effectuer une bonne analyse radiologique.

En outre, la Neuronavigation est devenue une pratique neurochirurgicale courante dans les indications des biopsies en condition stéréotaxiques qui sont devenues maintenant possibles sans cadre. Cette technique est une méthode sûre et fiable pour une grande majorité des lésions intracrâniennes. La précision millimétrique n'a pas encore été prouvée par rapport à la stéréotaxie classique, mais elle permet d'effectuer, par le même orifice, plusieurs trajets différents, sans cadre. [3]

Les indications de la Neuronavigation se sont élargies grâce à des équipes expéri-

mentées ; en effet, cette technique est maintenant utilisée pour les différentes sortes d'interventions telle que la chirurgie des adénomes hypophysaires par voie transsphénoïdale, pour l'insertion de cathéter ventriculaire, justifiée dans le cas de ventricules fentes, de déviation des structures médianes ou de trajectoires inhabituelles [13], ainsi que pour l'implantation d'électrodes pour une électroencéphalographie invasive EEGi dans l'épilepsie réfractaire [7].

La Neuronavigation a également été introduite dans les pathologies rachidiennes, que ce soit pour la mise en place de matériel d'ostéosynthèse ou pour le repérage percutané et micro invasif de la zone chirurgicale concernée : articulation, tumeur, hernie discale, déplacement vertébral.

SON PRINCIPE :

La réalisation d'une chirurgie guidée par Neuronavigation se fait en plusieurs étapes.

La veille de l'intervention, des plots sont placés selon des repères anatomiques au niveau de la tête du patient afin de réaliser une IRM cérébrale. Les images d'IRM sont transférées du service d'imagerie vers la station de Neuronavigation afin de planifier le trajet opératoire. Le lendemain, le jour de l'intervention, on fait le Calibrage de l'arc référentiel et du probe avec la camera de la station, ces correspondances permettront d'avoir une superposition de l'image réel avec l'image IRM du patient en 3D (Fig. 5).

A partir de la, on planifie notre trajectoire opératoire en évitant les zones éloquentes et en cherchant le point corticale le plus court qui nous amène a la cible.

SES INCONVÉNIENTS :

Le problème majeur reste l'effet shift, qui est dû à un glissement des structures cérébrales après ouverture de la dure mère et majoré par une vidange du LCR, altérant donc la précision du geste chirurgical [12].

Nous avons été confrontés à 03 cas d'erreur shift, mais la connaissance de l'anatomie chirurgicale nous a permis de continuer l'intervention, il faut seulement savoir détecter le décalage entre l'aspect à l'IRM et l'image réel pour se méfier de la guidance.

La principale faiblesse de la Neuronavigation est donc liée à son incapacité à prendre en compte les déformations cérébrales per opératoires (détection quantification correction), perturbant ainsi les trajectoires et l'évaluation de l'exérèse lésionnelle.

L'échographie per opératoire pourrait résoudre ce problème du « Brain shift », ou encore mieux l'IRM per opératoire, si ce n'était son coût exorbitant.

LA NEURONAVIGATION COUPLÉE :

La stimulation corticale couplée à la Neuronavigation a été réalisée chez un de nos patients qui présentait une métastase Rolandique gauche, bien limitée, de 20mm de diamètre, cette combinaison ayant permis

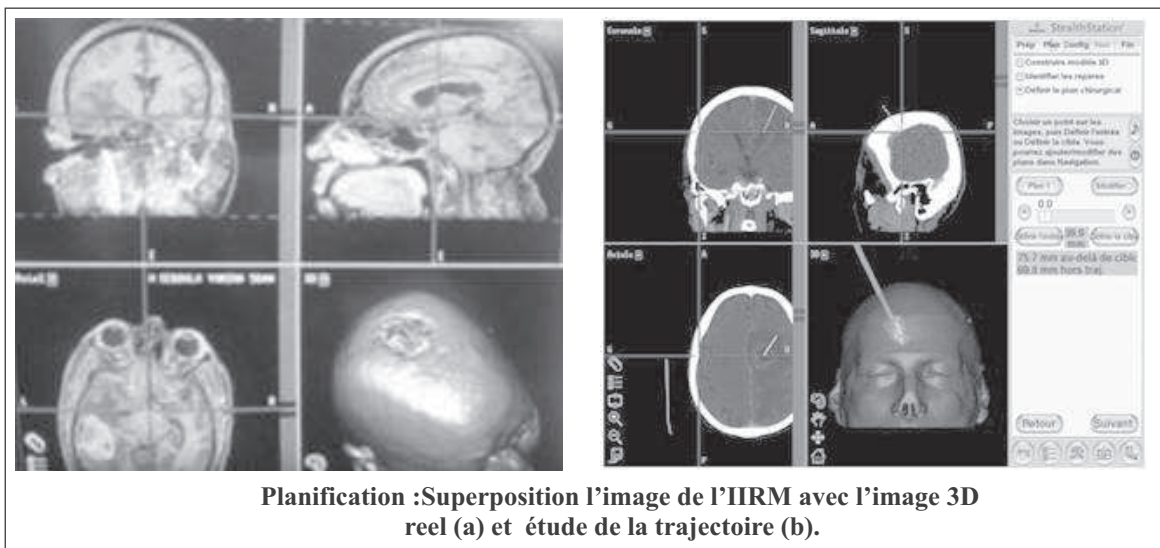


Fig. 5

une bonne qualité d'exérèse et un bon résultat sur le plan fonctionnel [10].

Concernant la chirurgie en zones fonctionnelles cortico sous corticales, comme dans le cas de métastases ou de cavernomes, qui sont des lésions bien limitées, le couplage de la Neuronavigation avec la Microchirurgie suffit généralement à la réussite de la chirurgie, l'échographie n'étant utile que dans les gliomes infiltrants et profonds [14].

CONCLUSION

L'avènement de la Neuronavigation a considérablement amélioré la chirurgie des lésions cérébrales profondes.

L'utilisation de l'échographie ou de l'IRM per opératoire, ainsi que le contrôle de l'acte chirurgical par les potentiels somatosensitifs et auditifs, représentent des progrès technologiques appréciables. Cependant, la place de la Microchirurgie reste importante, ainsi que la bonne sélection des malades, sans de même, négliger la maîtrise de l'anatomie cérébrale fondamentale et chirurgicale et la bonne analyse radiologique des lésions, afin de rester toujours maître de ses gestes opératoires.

BIBLIOGRAPHIE

- 1] A. ALVES DE SOUSA : Les cavernomes du système nerveux central Cavernomes profonds (corps calleux, intraventriculaires, ganglions de la base, insulaires) et du tronc cérébral. Expérience d'une série brésilienne. Neurochirurgie 53 (2007) 182–191
- 2] BERTALANFFY, H., GILBCH, EGGERT, H.R., ET AL. Microsurgery of deepseated cavernous angiomas : report of 26 cases. Acta neurochirurgica (Wien) 1991, 108, 91–99.
- 3] BOUILLOT P., HLADKY J.-P., BROCHE E., CAMPELLO C., BOULY S., LABAUGE P. Biopsie en condition de neuronavigation : intérêt en pratique neurochirurgicale courante Neurochirurgie, 2006, vol. 52, n° 5.
- 4] BROWN, M., THOMPSON, B.G., SPETZLER, R.F.: The two-point method: evaluation brain stem lesion. BNI 1996, 2, 20–24.
- 5] F. CAIRE, (R. CHAPOT), J.-J. MOREAU Embolisation de fistule artérioveineuse durale par voie veineuse : Intérêt d'un abord transcrânien sous neuronavigation Neurochirurgie 2006, 52, n° 6, 520-524
- 6] FOMEKONG E., MAITER D., RAFTOPOULOS C. Apport de la neuronavigation dans la chirurgie des adénomes hypophysaires par voie transsphénoïdale Neurochirurgie 2007, 53 ; 414–434
- 7] G. VAZ , K. VAN RIJCKEVORSEL J.-N. COMPS , C. RAFTOPOULOS EEG invasif par électrodes sous-durales dans l'épilepsie réfractaire : technique d'implantation par craniotomie linéaire et sous neuronavigation, à propos de 99 électrodes consécutives Neurochirurgie 2009, 55, 492–509
- 8] HOUTTEVILLE, J.P. The surgery of cavernomas both supratentorial and infratentorial. Advances and technical standards Neurosurgery 1995, 22, 185–259.
- 9] J. MOREAU*, F. CAIRE , M. GUEYE , P.A. FAURE , M.A. Système d'imagerie peropératoire O'ARM. Bilan d'un an d'utilisation Neurochirurgie 55 (2009) 492–509
- 10] J.-P. HLADKYA, P. BOUILLOTA, CAMPELLOB, S. BOULYB, F. BONSB, P. LABAUGE Métastases cérébrales en zone fonctionnelle : place de la microchirurgie à propos d'une série rétrospective de 15 patients Neurochirurgie 2007, 53, 450–457
- 11] KUPERSMITH, M.J., KALISH, H., EPSTEIN, F., ET AL Natural history of brainstem cavernous malformations. Neurosurgery 2001, 48, 47–53.
- 12] O. MAKIESE *, P. PILLAI , H. ZARZOUR , S. ASEM , S. WONG , S. SAMMET, M. Ammirati Comparaison de la précision des différents modes d'enregistrement utilisés dans les systèmes d'aide informatisée à la neuronavigation Neurochirurgie 55 (2009) 510–523

- 13] P. BIJLENGA *, M. KOTOWSKI ,
B. SCHATLO , B. STIMEC , T.
GERKEN , L. SLEGGERS , J.
FASEL , K. SCHALLER
Insertion de cathéter ventriculaire
assistée par neuronavigation ou
guidance en temps réel. Étude sur
cadavre. Neurochirurgie 55 (2009)
510–523
- 14] P.-L. HENAUX, P. HELLIER, P.
JANNIN, P. COUPÉA, C.
HAEGELEN, S. DIABIRAB, X.
MORANDIAB .
Évaluation de la précision d'une
méthode de recalage automatique
échographie 3D intra opératoire –
IRM préopératoire en neurochirurgie
Neurochirurgie 55 (2009) 492–509
- 15] STEINBERG, G.K., CHANG, S.D.,
GEWIRTZ, R.J., ET AL.
Microsurgical resection of brainstem,
thalamic, and basal ganglia
angiographically occult vascular
malformations.
Neurosurgery 2000, 46, 260–271.
- 16] TIRAKOTAI, W., SURE, U.,
BENES, L., KRISCHEK, B., BIEN,
S., BERTALANFFY, H.,
Image-guided Transsylvian,
Transinsular Approach for
Insular cavernous Angiomas.
Neurosurgery 2003, 53 (6),
1299–1305.