

# FONCTIONNEL

## IRM stéréotaxique de la région sous-thalamique : optimisation d'une séquence de repérage pré-opératoire pour la mise en place d'électrodes de stimulation profonde chronique

Siadoux S., Gabrillargues J., Coste J., Claise B., Chabert E., Michel J.L., Durif F., Lemaire J.J.

Hôpital Gabriel-Montpied, Clermont-Ferrand, France.

**Introduction.** Optimisation d'une nouvelle séquence IRM, en conditions stéréotaxiques, permettant d'identifier les noyaux de la région sous-thalamique, pour leur repérage direct, lors de la mise en place d'électrode de stimulation profonde dans la maladie de Parkinson idiopathique sévère.

**Matériel-Méthode.** Nous avons optimisé 3 types de séquences — inversion/récupération (IR), 3D, turbo spin echo (TSE) —, de durées compatibles avec une application clinique (entre 10 et 20 min/séquence), chez des volontaires sains (adultes jeunes, 6 femmes et 8 hommes) sur une IRM 1,5 Tesla (Sonata, Siemens) par sélection progressive à partir d'une analyse subjective des images. Puis nous avons analysé l'ensemble des images : après anonymisation des séquences (n = 79), lecture par 3 évaluateurs indépendants en aveugle du type de séquence, sur 19 structures anatomiques (de la région sous-thalamique, du thalamus et du noyau lenticulaire), selon une cotation pondérée portant sur la visibilité (0 = non visible, 0,5 = intermédiaire, 1 = clairement identifiable, score maximal).

**Résultats ou Cas rapporté.** Une séquence IR, dérivée d'un type CAIR (cortex attenuated inversion recovery), a obtenu le score le plus élevé de 0,93, offrant une bonne visualisation de l'ensemble des ganglions de la base : TR = 6 000 msec, TE = 13 msec, TI = 160 msec. La même séquence adaptée aux conditions stéréotaxiques (cadre en place pendant l'IRM, Leksell, Elekta) avait un score de 0,75 (TR = 4 500 msec, voxel = 0,53 × 0,62 × 2 mm<sup>3</sup>). La séquence de densité de proton (TSE) utilisée habituellement dans l'équipe avait un score de 0,55.

**Conclusion.** L'IRM, en séquences TSE et surtout IR, peut offrir une excellente visualisation des ganglions de la base. Suite à ce travail préliminaire, nous avons introduit en routine la séquence IR en conditions stéréotaxiques, pour la visée directe du noyau sous-thalamique. Un travail de comparaison entre les séquences TSE et IR, en conditions stéréotaxiques, après appariement de patients parkinsoniens, est en cours à propos des 16 premiers cas.

## Localisation des meilleurs contacts de stimulation cérébrale dans le noyau sub-thalamique pour la maladie de Parkinson. Évaluation statistique et tentative de corrélation anatomique

Torres N., Chen C., Chabardes S., Seigneuret E., LeBas J.F., Nowinski W., Benabid A.L.

Grenoble, France.

**Introduction.** Il apparaît clairement, même si cela n'est pas un fait nouveau, que les atlas existants sont, par construction, intrinsèquement faux. La possibilité de rattacher ces données numériques à l'anatomie particulière du malade est facilitée par les moyens de mise en correspondance avec l'IRM, mais limitée par l'incapacité de l'IRM à montrer les structures de façon reproductible chez tous les malades.

**Matériel-Méthode.** En se fondant sur l'analyse rétrospective de 200 cas de stimulation bilatérale du noyau sub-thalamique, les auteurs ont analysé les coordonnées, par rapport aux points de référence (commissures blanches antérieure et postérieure, ligne médiane, hauteur du thalamus) des contacts responsables des meilleurs résultats cliniques, ainsi que des sites générateurs des principaux effets secondaires.

**Résultats ou Cas rapporté.** Ces résultats permettent de dresser une carte symptomatotopique de la région qui peut, vu le nombre des données considérées, constituer un atlas probabilistique. La difficulté réside dans la mise en correspondance de cet atlas numérique de haute précision avec la réalité anatomique soit adaptée aux malades, soit adaptée aux atlas existants.

**Conclusion.** Les conséquences de cette étude sont à l'origine d'un plaidoyer en faveur d'une normalisation des résultats des différentes équipes afin de pouvoir, en les associant, aboutir plus rapidement à une solution des problèmes, anatomiques et fonctionnels, posés.

## Stimulation électrique à haute fréquence du noyau sous-thalamique dans la maladie de Parkinson sévère idiopathique : analyse du site optimal de stimulation à partir des données électrophysiologiques per-opératoires et de l'IRM anatomique stéréotaxique

Lemaire J.J., Coste J., Ouchchane L., Derost P., Ulla M., Durif F., Caire F., Siadoux S., Gabrillargues J., Chazal J.

Hôpital Gabriel-Montpied, Clermont-Ferrand, France.

**Introduction.** Objectif : la zone sous-thalamique offrant les caractéristiques optimales de stimulation chronique (DBS) dans la maladie de Parkinson est encore mal connue ; nous avons

souhaité la définir à partir de données électrophysiologiques et anatomiques opératoires, puis la comparer à la zone couverte par le contact électrique (DBS).

**Matériel-Méthode.** Quatorze malades parkinsoniens ont été évalués prospectivement. Les électrodes ont été implantées bilatéralement, en un seul temps, sous anesthésie locale, à partir d'une visée IRM stéréotaxique directe de la portion antérieure du noyau sous-thalamique (NST). Un contact (DBS monopolaire) a été placé, en aveugle de l'anatomie, sur le site de meilleure efficacité pour un faible courant (seuil bénéfique, sb) et où les effets indésirables apparaissaient pour une marge élevée (marge de stimulation, ms). Les 28 trajectoires ont été analysées indépendamment. Les liens entre anatomie (contourage manuel des structures) et électrophysiologie (stimulation et enregistrement) et ceux entre anatomie et contacts ( $n = 28$ ; radiographie stéréotaxique et IRM postopératoire) ont été évalués: ANOVA complétée par une comparaison multiple (Tukey) pour les données quantitatives et  $\chi^2$  pour les qualitatives (significativité:  $p < 0,05$ ).

**Résultats ou Cas rapporté.** La portion latéro-dorsale du NST offrait les meilleurs paramètres de stimulation (mAmp) avec un  $sb = 0,78 \pm 0,44$  et une  $ms = 1,78 \pm 0,88$ . La portion médio-ventrale du NST possédait la plus forte activité neuronale (burstique et tonique). Le NST latéro-dorsal, le NST intermédiaire (entre les zones latérale et médiale) et les régions de proximité, H2 et zona incerta étaient les principales structures incluses dans le volume du contact DBS (79 % des inclusions).

### Stimulation chronique du cortex moteur dans le traitement des douleurs fantômes : localisation des plots de stimulation par rapport à la zone d'intérêt

Sol J.C., Fowo S., Lotterie J.A., Cintas P., Verdie J.C., Lazorthes Y.  
Toulouse, France.

**Introduction.** La stimulation chronique du cortex moteur (SCCM) a montré une efficacité variable dans le traitement des douleurs du membre fantôme. Une mauvaise identification de la cible ou une position inadéquate de l'électrode pourrait être à l'origine des échecs thérapeutiques. Nous rapportons une série de 7 patients amputés traités par SCCM, les objectifs de cette étude étant 1) d'améliorer la définition de la cible et le placement de l'électrode, 2) d'évaluer l'efficacité à long terme de cette technique dans le traitement des douleurs fantômes, 3) de corrélérer l'efficacité clinique avec la position post-opératoire de l'électrode.

**Matériel-Méthode.** Les repérages pré-opératoires du cortex moteur ont été réalisés en neuronavigation avec fusion d'images IRMf/IRM 3D. Les positions du sillon central et du cortex moteur ont été confirmées par l'utilisation des PES per-opératoires ainsi que par l'étude des réponses motrices après stimulation corticale transdurale. L'intensité de la douleur a été évaluée par l'échelle visuelle analogique, le questionnaire Wisconsin, le MQS. La position finale de l'électrode a été déterminée par fusion d'images CT 3D post-opératoire/IRM  $\pm$  IRMf pré-opératoire.

**Résultats ou Cas rapporté.** Tous les patients ont décrit une amélioration initiale. Le résultat à long terme (42 mois de suivi moyen) a été considéré comme bon chez 3 patients, modéré chez 3 patients, un échec chez 1 patient. L'imagerie post-opératoire a permis dans tous les cas de vérifier la position définitive de l'électrode et d'établir une corrélation avec l'effet analgésique.

**Conclusion.** Les résultats confirment l'efficacité à long terme de la SCCM dans le traitement des douleurs fantômes rebelles. Le repérage et le guidage par neuronavigation à partir d'images IRMf ont été particulièrement utiles pour identifier la cible corticale. La vérification post-opératoire de la position de l'électrode s'avère une étape indispensable, permettant d'établir des corrélations fiables entre les données cliniques, physiologiques et anatomiques, et d'améliorer ainsi les résultats de cette technique.

### La stimulation du cortex pré-central à visée antalgique induit des modifications métaboliques des systèmes opioïdes endogènes

Maarrawi J., Mertens P., Peyron R., Sindou M., Laurent B., Garcia-Larrea L.  
Hôpitaux de Lyon et de Saint-Etienne, France.

**Introduction.** La stimulation corticale pré-centrale (SCPC) à visée antalgique provoque des changements focaux du débit sanguin cérébral, qui ont été documentés en tomographie par émission de positons (TEP). Ces modifications ont lieu au sein de structures cérébrales riches en récepteurs opioïdes. L'objectif de cette étude est d'analyser les possibles modifications du système opioïde endogène chez des patients bénéficiant d'une SCPC.

**Matériel-Méthode.** Quinze patients (âge moyen: 52 ans; H/F: 3/2) ont été inclus dans notre étude. Tous souffraient de douleurs chroniques neuropathiques invalidantes, unilatérales et réfractaires (évolution > 2 ans). L'état fonctionnel du système opioïde endogène a été étudié au moyen de la TEP, avec comme radio-ligand la 11C-diprénorphine (antagoniste non sélectif des récepteurs opioïdes m, d et k). Chaque patient a bénéficié de 2 examens TEP préopératoires, dont les résultats ont été comparés entre eux, puis avec ceux obtenus après 6 mois de stimulation chronique intermittente du cortex précentral.

**Résultats ou Cas rapporté.** Aucune différence significative n'a été observée entre les deux TEP réalisées dans la phase préopératoire. En revanche, la comparaison pré-postopératoire chez 7 patients ayant fini le protocole jusqu'à présent a montré une diminution significative de la liaison de la diprénorphine aux récepteurs opioïdes après SCPC, au niveau de la substance grise péri-aqueducule (SGPA), du gyrus cingulaire antérieur et du cortex orbito-frontal. Cette diminution a été interprétée par une occupation accrue des récepteurs opioïdes par leurs ligands endogènes.

**Conclusion.** Nos résultats sont en accord avec une sécrétion endorphinique accrue après 6 mois d'utilisation chronique de la SCPC, dans des structures cérébrales impliquées dans la douleur aiguë et chronique. Ces résultats doivent être confirmés dans une plus grande série de patients, après quoi nous chercherons des possibles corrélations entre les changements de liaison endorphinique et l'efficacité antalgique de la SCPC.

### Implant auditif du tronc cérébral : réhabilitation de l'audition dans la neurofibromatose de type 2 et dans des indications otologiques

Kalamarides M., Bouccara D., Grayeli A., Ambert-Dahan E., Rey A., Sterkers O.  
Hôpital Beaujon, Clichy/Paris, France.

**Introduction.** Le but de cette étude est d'analyser le bénéfice de l'implant auditif du tronc cérébral dans des cas de surdité non