

LA STIMULATION CÉRÉBRALE PROFONDE COMME TRAITEMENT DU TROUBLE OBSESSIONNEL COMPULSIF SÉVÈRE MULTI-RÉSISTANT

JANSSEN C (1), SALADO AL (2), KASCHTEN B (2), MARTIN D (2), SCANTAMBURLO G (3, 4)

RÉSUMÉ : Le trouble obsessionnel compulsif (TOC) est une pathologie psychiatrique fréquente et invalidante. Environ 10 % des patients sont considérés comme très sévèrement atteints et réfractaires aux traitements habituels, combinant antidépresseurs et psychothérapies. Réservée à des centres universitaires spécialisés, la stimulation cérébrale profonde (SCP) est un traitement prometteur qui repose sur l'implantation d'électrodes visant à moduler des circuits cortico-striato-thalamo-corticaux dysfonctionnels. Après l'étude des différentes cibles à utiliser, il est aujourd'hui proposé de reconsidérer la SCP en termes de réseaux. L'amélioration des connaissances physiopathologiques du TOC et le développement de techniques de neuro-imagerie fonctionnelle devraient permettre de dessiner des protocoles de traitement individualisés.

MOTS-CLÉS : TOC - Stimulation cérébrale profonde - Cibles - Réseaux neuro-anatomiques

DEEP BRAIN STIMULATION AS A TREATMENT FOR SEVERE MULTIDRUG-RESISTANT OBSESSIVE COMPULSIVE DISORDER

SUMMARY : Obsessive compulsive disorder (OCD) is a common and disabling psychiatric condition. About 10 % of patients are considered to be severely affected and refractory to the usual treatments, combining antidepressants and psychotherapy. Deep brain stimulation (DBS) is a promising treatment, reserved for specialized university centers. It is based on the implantation of electrodes aimed at modulating dysfunctional cortico-striato-thalamo-cortical circuits. After studying the different targets to be used, it is now proposed to rethink DBS in terms of networks. The improvement of pathophysiological knowledge of OCD and the development of functional neuroimaging techniques should allow the design of individualized treatment protocols.

KEYWORDS : Obsessive compulsive disorder - Deep brain stimulation - Targets - Neuro-anatomical networks

INTRODUCTION

Le trouble obsessionnel compulsif (TOC) touche 2 à 3 % de la population générale (1-3). Il est caractérisé par des obsessions anxigènes et/ou des compulsions. Le traitement repose sur l'association d'antidépresseurs et de la thérapie cognitivo-comportementale (TCC) (4). Malgré l'efficacité de ces thérapies, 10 % des patients sont considérés comme réfractaires aux traitements habituels (5, 6). La stimulation cérébrale profonde (SCP) est réservée au TOC sévère et multi-résistant (7). Cette technique de neuro-modulation réversible permet de modifier l'excitabilité des circuits cortico-striato-thalamo-corticaux dysfonctionnels dans le TOC (8).

Les études concernant les cibles potentielles n'ont cessé de se multiplier, sans qu'il existe de consensus quant au choix parmi celles-ci (6). Malgré le manque de standardisation de la méthodologie et la taille réduite des échantillons, la SCP est un traitement prometteur du TOC multi-résistant (9, 10). Toute cible confor-

due, 60 % des patients sont considérés comme répondeurs à long terme (2, 5). Elle s'adresse à des patients soigneusement sélectionnés au préalable par une équipe multidisciplinaire (10). Nous rapportons le cas d'un patient ayant bénéficié d'une SCP dans un contexte de TOC sévère multi-résistant.

HISTOIRE CLINIQUE

Un patient de 36 ans, atteint de TOC depuis son adolescence, est référé à la consultation mixte de psychiatrie-neurochirurgie dans le cadre d'un TOC sévère multi-résistant. Le TOC a débuté à l'âge de 17 ans et se caractérisait par des obsessions et des compulsions liées à la symétrie du visage. Il s'est progressivement aggravé, en particulier suite à la perte d'un emploi.

Les obsessions sont essentiellement des obsessions de doutes, d'exactitude, d'accumulation et de symétrie. Elles sont accompagnées de compulsions de vérifications, de collection, d'ordre, de rangement et de rituels de répétitions où le doute est omniprésent. Les obsessions sont accompagnées d'une anxiété extrême. Le patient évite de sortir par « crainte d'avoir des obsessions et d'être loin de ses sources de compulsions ». Il vit chez ses parents dont il dépend et qui participent aux rituels de vérifica-

(1) Étudiante en Médecine, ULiège, Belgique.

(2) Service de Neurochirurgie, CHU Liège, Belgique.

(3) Service de Psychiatrie, CHU Liège, Belgique.

(4) Unité de Psycho-Neuro-Endocrinologie, ULiège, Belgique.

tion. Il n'a ni vie sociale ni affective. Sur l'échelle d'obsession-compulsio de Yale-Brown (Y-BOCS), le patient présente un score de 36 sur 40, ce qui correspond à «un handicap sévère exigeant une aide extérieure». En outre, il existe un trouble dépressif secondaire au TOC.

Le traitement est constitué de paroxétine (60 mg/jour), de clorazépate dipotassique (150 mg/jour) et de clotiapine au coucher (40 mg). Les antécédents psychiatriques révèlent de nombreuses hospitalisations. Les thérapeutiques se montrent inefficaces, à posologies et durées importantes, associant antidépresseurs (inhibiteurs sélectifs de la recapture de la sérotonine (ISRS), tricycliques), antipsychotiques et benzodiazépines, combinés à la TCC ou l'électroconvulsivothérapie.

L'IRM cérébrale préopératoire est normale et le bilan neuropsychologique met en évidence une fragilité sur les plans exécutif et attentionnel. Face à ce TOC sévère et multi-résistant, une intervention neurochirurgicale par stimulation cérébrale profonde est réalisée. L'opération se déroule en deux temps le même jour, sous anesthésie générale : implantation stéréotaxique de deux électrodes au niveau du bed nucleus de la *stria terminalis* (BNST) (Figure 1)

en passant par le bras antérieur de la capsule interne (Figure 2), puis tunnellation des extensions jusqu'au neuro-stimulateur implanté au niveau de l'hypochondre droit en position sous-cutanée. L'intervention se déroule sans complication. Le scanner cérébral post-opératoire montre le bon positionnement des électrodes et confirme l'absence de complication.

Le patient a décrit une diminution immédiate des symptômes obsessionnels compulsifs (Y-BOCS à 9), attribuable à l'acte chirurgical et appelé effet lésionnel. Après un retour d'une semaine au domicile, il est hospitalisé en psychiatrie afin de mettre en route le neuro-stimulateur et adapter le traitement médicamenteux. À 3 mois de l'implantation, le TOC et l'anxiété sont bien contrôlés (Y-BOCS à 6). L'évaluation neuropsychologique postopératoire de contrôle à 5 mois montre la disparition des troubles exécutifs et attentionnels.

Au cours des 3 années post-implantation, le patient a présenté des variations de la symptomatologie du TOC avec des périodes d'amélioration et de rechute, souvent liées aux événements de vie. La symptomatologie n'est cependant jamais revenue au niveau préopératoire.

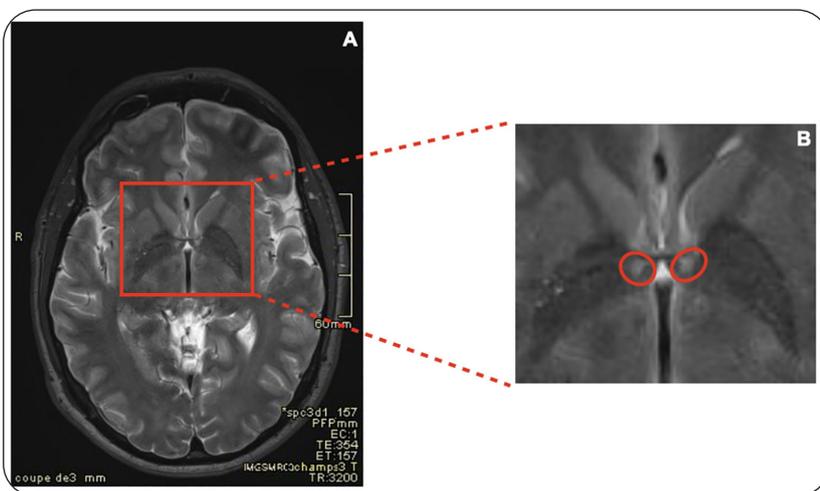


Figure 1. Localisation des cibles

A) IRM cérébrale pré-opératoire du patient en coupe transversale, séquence T2. B) Zoom sur la zone encadrée en A, montrant chaque bed nucleus de la *stria terminalis* (BNST) (entourés en rouge).

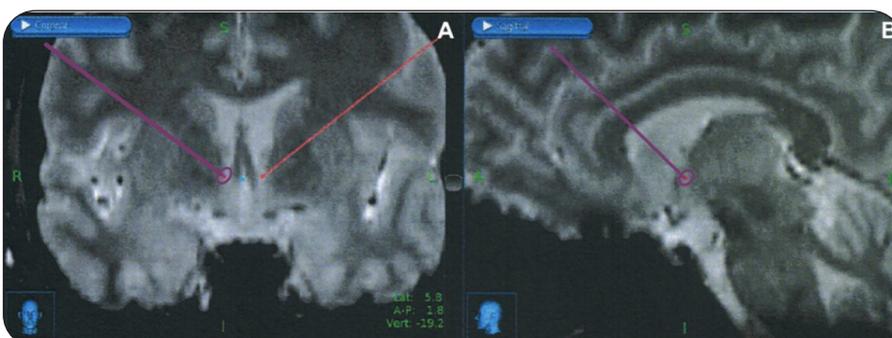


Figure 2. Trajectoire d'implantation des électrodes

IRM en séquence T2 montrant la cible droite (mauve) dans les plans A coronal et B sagittal.

Tableau I. Critères diagnostiques du TOC selon le DSM-V

A	Présence d'obsessions et/ou de compulsions
B	Les obsessions ou compulsions sont à l'origine d'une perte de temps considérable (p. ex. prenant plus d'une heure par jour) ou d'une détresse cliniquement significative, ou d'une altération du fonctionnement social, professionnel ou dans d'autres domaines importants
C	Les symptômes obsessionnels compulsifs ne sont pas imputables aux effets physiologiques d'une substance ni à une affection médicale
D	La perturbation n'est pas mieux expliquée par les symptômes d'un autre trouble mental

DÉFINITION DU TOC

Le TOC est une maladie psychiatrique caractérisée par des obsessions et/ou des compulsions. Les obsessions sont des pensées, pulsions ou images récurrentes, intrusives et incontrôlables, sources d'anxiété. Elles portent sur des thèmes variés : contamination, agressivité, ordre, symétrie, accumulation, sexualité, religion, etc. (4, 11). Les compulsions sont des comportements ou actes mentaux répétitifs et stéréotypés que le patient se sent obligé de réaliser afin de neutraliser l'anxiété. Les types de TOC les plus fréquents sont les TOC de contamination avec compulsions de lavage et ceux avec compulsions de vérification et répétition (4). Les critères diagnostiques du TOC issus du DSM-V sont repris dans le **Tableau I** (4).

Le TOC est une pathologie fréquente qui touche 2 à 3 % de la population générale, soit 250.000 personnes en Belgique (1-3). Il débute dans l'enfance ou vers le début de l'âge adulte, affectant autant les femmes que les hommes (4, 8). Le TOC est fréquemment associé à des comorbidités psychiatriques, notamment les troubles dépressifs et anxieux. Il entraîne une altération du fonctionnement global et, finalement, de la qualité de vie, avec un risque suicidaire majeur (4, 12). L'entretien le plus utilisé pour identifier les obsessions et les compulsions repose sur l'échelle Y-BOCS, qui est un indicateur de mesure du TOC. Le score total de ce questionnaire oscille entre 0 et 40, avec un score moyen de 25 pour les patients souffrant de TOC (plus le score est élevé, plus le TOC est sévère).

Le traitement repose sur les antidépresseurs, la TCC et la psychoéducation. Les ISRS constituent la première ligne du traitement pharmacologique (5). La clomipramine, un antidépresseur tricyclique, serait plus efficace que les ISRS, mais, en raison de ses effets indésirables, elle n'est utilisée qu'en deuxième ligne, après l'échec de 2 ou 3 ISRS (12, 13). L'efficacité

de ces derniers nécessite des doses plus élevées et survient après un délai plus long que dans les troubles dépressifs et anxieux (6 à 12 semaines). En cas de non-réponse aux ISRS ou à la clomipramine, il est possible d'ajouter un antipsychotique afin de potentialiser le traitement antidépresseur (4). La psychothérapie repose sur la TCC de type exposition et prévention de la réponse (5). Le but est d'exposer progressivement le patient aux stimuli anxiogènes en l'aidant à ne pas compulsiver. L'efficacité de la TCC est similaire au traitement médicamenteux (12). L'association des deux est bénéfique, notamment en réduisant le taux de rechutes à l'arrêt du traitement médicamenteux (4).

Finalement, 10 % des patients sont considérés comme réfractaires aux traitements habituels (5, 6). Le TOC multi-résistant est associé à une morbidité importante et une diminution considérable de la qualité de vie (6). Pour ces patients, la stimulation cérébrale profonde (SCP) peut être considérée (7).

CORRÉLATS NEURO-ANATOMIQUES ET FONCTIONNELS DU TOC

Comme beaucoup de maladies psychiatriques, le TOC associe de manière complexe une part de génétique, de fonctionnement cérébral, de personnalité et de vécu.

La neuro-anatomie du TOC implique des régions associées à la planification, au doute et au mouvement à travers des boucles cortico-striato-thalamo-corticales (5, 6). D'une part, ces circuits impliqués dans les comportements moteurs, émotionnels et cognitifs font intervenir le cortex frontal (cortex orbito-frontal, préfrontal et cingulaire antérieur). D'autre part, l'ensemble de ces aires corticales envoie des projections vers le BNST, les ganglions de la base (striatum, *globus pallidum*, substance noire, noyau sous-thalamique) et le thalamus (1, 3, 13). Ce système fronto-striato-thalamo-cortical connecte

les territoires cognitifs, limbiques et moteurs des ganglions de la base aux régions corticales frontales via le bras antérieur de la capsule interne (2).

Au sein de chaque circuit, il existe des voies directes (excitatrices glutamergiques) et indirectes (inhibitrices gabaergiques). Il semble que, chez le patient atteint de TOC, la voie directe, principalement des boucles limbiques, soit insuffisamment rétro-contrôlée par la voie indirecte. Ce déséquilibre empêche le patient d'inhiber les comportements répétitifs anormaux et précipite l'apparition d'obsessions et de compulsions (Figure 3) (3).

Plusieurs études de neuro-imagerie fonctionnelle ont montré que les groupes de patients partageant les mêmes symptômes présentent une augmentation d'activité dans les mêmes aires (2, 5). Le ciblage des différentes régions et de réseaux particuliers pourrait améliorer une dimension spécifique de la symptomatologie du TOC (e.g. le noyau caudé ou le noyau sous-thalamique pour les thèmes de vérification, le noyau accumbens pour la propreté et le striatum pour l'agressivité) (5). La réduction des symptômes obsessionnels compulsifs «généraux» serait, quant à elle, obtenue par modulation d'un même réseau fonctionnel (2, 3). Ce réseau «universel» implique des structures cérébrales grises corticales et sous-corticales et des anomalies de la substance blanche (2, 11, 14).

Le TOC constitue donc une pathologie de la connectivité avec des réseaux neuro-anatomiques spécifiques corrélés aux différents symptômes.

PRINCIPES GÉNÉRAUX ET EFFICACITÉ DE LA STIMULATION CÉRÉBRALE PROFONDE

La SCP est un traitement neurochirurgical invasif, non lésionnel, réversible et modulable (15). Ce système permet de moduler l'excitabilité de circuits neuronaux dysfonctionnels en délivrant des impulsions électriques à haute fréquence (1, 8). Pratiquée depuis 1987, la SCP constitue un traitement établi dans la maladie de Parkinson, le tremblement essentiel, la dystonie, l'épilepsie et le syndrome de Gilles de la Tourette (16). Le TOC constitue la première indication validée de la SCP en psychiatrie (8). Dans ce contexte, la SCP a été introduite en 1999 comme une alternative à la neurochirurgie lésionnelle qui représentait, jusque-là, la dernière option pour les patients atteints de TOC réfractaire (9, 15, 17). La chirurgie ablative consiste à léser certaines régions cérébrales dans le but de déconnecter une partie du cortex frontal de structures sous-corticales. La popularité actuelle de la SCP aux dépens des chirurgies lésionnelles n'est pas due à leur manque d'efficacité puisque les études comparatives

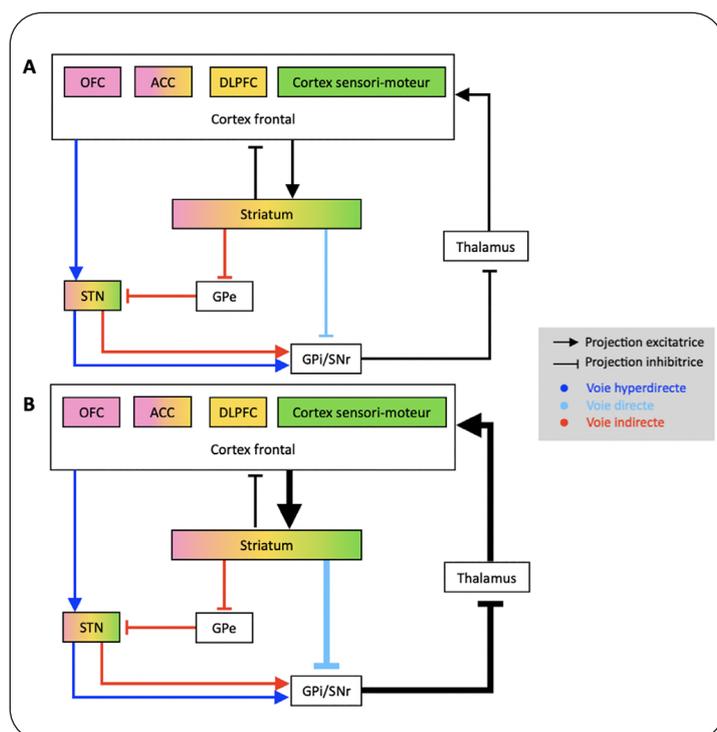


Figure 3. Physiopathologie du TOC. Représentation schématique des boucles cortico-striato-thalamo-corticales réalisée à partir des références (2) et (3). Le cortex frontal est divisé en régions limbiques (rose), associatives (orange) et sensori-motrices (vert). Ces régions se projettent vers le BNST et le striatum

A) Dans les circuits sains, les voies directes (bleu clair) et indirectes (rouge) conduisent respectivement à une activation ou une inhibition du thalamus.
 B) Dans le TOC, la voie directe serait hyperactive (traits épais) car insuffisamment rétro-contrôlée par la voie indirecte. Cela mène à des préoccupations excessives puis des compulsions dans le but de neutraliser l'anxiété.
 OFC: cortex orbito-frontal; ACC: cortex cingulaire antérieur; DLPFC: cortex préfrontal dorso-latéral; BNST: Bed nucleus de la strie terminale; STN: noyau sous-thalamique; GPe: *globus pallidus* externe; GPI: *globus pallidus* interne; SNr: *pars reticulata* de la substance noire.

montrent des résultats supérieurs avec ces dernières. Celles-ci sont d'ailleurs toujours pratiquées du fait de leur efficacité, de leur bénéfice durable et de leur profil de sécurité (15, 17). Elles reposent sur des techniques de radiofréquence et de radiochirurgie comme le Gamma knife (13). Au final, cette popularité de la SCP repose essentiellement sur sa réversibilité et son aptitude à être modulée (15). Ce soin personnalisé implique un accompagnement médical global, le soutien de l'entourage et une grande préoccupation pour le vécu et l'expérience du patient.

Les complications chirurgicales sont rares (1 % d'hématomes intra-crâniens, 2-3 % d'infections et 0,5 % de migration ou fracture du matériel) (5, 8). Les effets secondaires liés à la stimulation sont souvent légers et transitoires : rechute des symptômes du TOC, épisodes dépressifs, idées suicidaires et, le plus souvent, hypomanie. Ils sont fréquemment résolus par ajustement des paramètres de stimulation (1, 5).

La SCP s'adresse à des patients atteints d'un TOC sévère et réfractaire soigneusement sélectionnés au préalable par une équipe multidisciplinaire (10). En Belgique, six centres hospitalo-universitaires sont habilités à réaliser ce traitement. Le dossier du patient doit être validé par une "Commission Peer Review" du TOC puis, par le Collège des médecins-directeurs de l'INAMI (8).

De nombreuses cibles ont été étudiées dans le TOC. La plupart sont concentrées autour de la région striatale et très proches anatomiquement, voire même se chevauchent, surtout en termes de champ de stimulation (6, 13). La SCP d'une cible interfère avec plusieurs fonctions de cette cible ou influence les voies transitant par cette cible. Dès lors, leur profil d'efficacité et leurs effets secondaires sont relativement similaires et il est difficile de savoir quelle est la meilleure cible, s'il y en a une (1, 2). À ce jour, les études cliniques de qualité sont limitées au BNST (en Belgique), au noyau accumbens (aux Pays-Bas) et au noyau sous-thalamique (en France et en Suisse) (8). Ces cibles sont celles validées dans le traitement du TOC en Europe (12).

La première cible utilisée était le bras antérieur de la capsule interne, site de la capsulotomie antérieure (6, 15). Sa stimulation permet d'obtenir une réduction significative du TOC (50 % de réponses favorables) et, à long terme, une amélioration des symptômes dépressifs et du fonctionnement global (2, 5). Au vu des résultats mitigés (bénéfices modestes et nécessité de haut voltage), des cibles plus postérieures et profondes au niveau de la capsule ventrale/

striatum ventral et du BNST ont été proposées, permettant une nette amélioration de la réponse (5, 16).

La capsule ventrale/striatum ventral chevauche anatomiquement la capsule interne et le noyau accumbens (6). L'efficacité de la SCP à ce niveau est comparable à celle de la capsule interne, tout en nécessitant des voltages moindres. En plus de diminuer les symptômes du TOC, la stimulation de cette cible a montré une amélioration particulièrement marquée de l'humeur (1, 9).

Le noyau accumbens fait partie du striatum ventral et est localisé directement sous la capsule interne (6). Les études ont montré de bons résultats avec une amélioration significative du TOC, des symptômes dépressifs et anxieux, mais aussi du fonctionnement global (1).

Le noyau sous-thalamique est la cible possédant le plus de preuves quant à son efficacité dans la littérature. Sa stimulation est associée aux meilleurs taux de réponse dans les études randomisées contrôlées et aux meilleurs résultats à long terme (2). Outre l'amélioration importante des symptômes du TOC, les études rapportent un effet significatif sur la flexibilité mentale en interrompant les obsessions/compulsions (1, 9). Contrairement à la stimulation d'autres cibles, celle du noyau sous-thalamique ne permet pas d'obtenir une amélioration des symptômes anxieux et/ou dépressifs, suggérant que, pour les patients atteints de comorbidités sévères, il serait plus judicieux de choisir une autre cible (1).

Comme les cibles efficaces sont regroupées autour du BNST, ce dernier fut suggéré comme cible pour la première fois en 2013 par Nuttin et coll. (18) et constitue la seule autorisée en Belgique dans le cadre du TOC (16). Le BNST, localisé postérieurement à la commissure antérieure et au noyau accumbens, est une extension de l'amygdale (14). Impliqué dans les circuits de régulation de l'anxiété, du traitement de la menace et des informations limbiques, il semble jouer un rôle important dans le TOC (3). À l'instauration de la stimulation, on observe une diminution rapide des symptômes suivie d'une relative stabilité qui se maintient sur le long terme, avec un effet ON/OFF important (7, 16). Le suivi à 1 an montre une atténuation des symptômes dépressifs et anxieux, de même qu'un effet positif sur le fonctionnement global (1, 16). La stimulation du BNST faciliterait l'extinction de la peur en réduisant l'anxiété. Or, le conditionnement aberrant de la peur est un élément central dans le développement et le maintien du TOC. Ce résultat serait obtenu

grâce à une amélioration des stimulations du cortex préfrontal vers l'amygdale (14).

La stimulation de chacune des cibles améliore le TOC et des aspects spécifiques de la symptomatologie, en modulant à la fois des réseaux neuronaux communs et d'autres plus spécifiques. Dès lors, la SCP devrait être reconsidérée en termes de réseaux plutôt que de cible unique pour permettre la modulation des circuits d'intérêt en fonction des symptômes particuliers d'un patient donné (19). Certains auteurs proposent de déterminer le profil de connectivité cérébrale du patient sur base d'images obtenues en IRM fonctionnelle et tractographie pendant des tests de provocation (2). L'approfondissement des connaissances physiopathologiques et le développement de la neuro-imagerie fonctionnelle ouvrent la voie à une individualisation de la SCP.

CONCLUSION

Le TOC est une pathologie psychiatrique fréquente et l'une des plus invalidantes. Dix pour cent des patients sont réfractaires aux traitements habituels. La SCP, utilisée depuis plusieurs décennies dans d'autres pathologies, peut être considérée comme une thérapie efficace et une alternative prometteuse à la chirurgie lésionnelle dans le TOC sévère et multi-résistant (1). À long terme, toute cible confondue, 60 % des patients sont considérés comme répondeurs avec une amélioration significative du TOC, de la qualité de vie, de l'humeur et de l'anxiété. Une sélection préalable des patients par une équipe multidisciplinaire spécialisée reste indispensable.

BIBLIOGRAPHIE

- Vicheva P, Butler M, Shotbolt P. Deep brain stimulation for obsessive-compulsive disorder: A systematic review of randomised controlled trials. *Neurosci Biobehav Rev* 2020;**109**: 129-38.
- Senova S, Clair AH, Palfi S, Yelnik J, et al. Deep brain stimulation for refractory obsessive-compulsive disorder: towards an individualized approach. *Front Psychiatry* 2019;**10**:905.
- Goodman WK, Storch EA, Sheth SA. Harmonizing the neurobiology and treatment of obsessive-compulsive disorder. *Am J Psychiatry* 2021;**178**:17-29.
- Collège National des Universitaires en Psychiatrie, Association pour l'Enseignement de la Sémiologie Psychiatrique. *Référentiel de Psychiatrie et Addictologie, Psychiatrie de l'adulte - Psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent - Addictologie*. 3e éd. Tours: Presses universitaires François-Rabelais; 2021. 592p.
- Guzick A, Hunt PJ, Bijanki KR, et al. Improving long term patient outcomes from deep brain stimulation for treatment-refractory obsessive-compulsive disorder. *Expert Rev Neurother* 2020;**20**: 95-107.
- Raviv N, Staudt MD, Rock AK, et al. A systematic review of deep brain stimulation targets for obsessive compulsive disorder. *Neurosurgery* 2020;**87**:1098-110.
- Raymaekers S, Vansteelandt K, Luyten L, et al. Long-term electrical stimulation of bed nucleus of stria terminalis for obsessive-compulsive disorder. *Mol Psychiatry* 2017;**22**:931-4.
- Scantamburlo G, Salado AL. Approches thérapeutiques innovantes en psychiatrie : neuromodulation pour qui ? Pour quoi ? Comment ? *Rev Med Liege* 2020;**75**:426-31.
- Tyagi H, Apergis-Schoute AM, Akram H, et al. A randomized trial directly comparing ventral capsule and anteromedial subthalamic nucleus stimulation in obsessive-compulsive disorder: clinical and imaging evidence for dissociable effects. *Biol Psychiatry* 2019;**85**:726-34.
- Wu H, Hariz M, Visser-Vandewalle V, et al. Deep brain stimulation for refractory obsessive-compulsive disorder (OCD): emerging or established therapy? *Mol Psychiatry* 2021;**26**:60-5.
- Flores Alves Dos Santos J, Krack P, Momjian S, et al. Trouble obsessionnel compulsif et stimulation cérébrale profonde, un futur si proche. *Rev Med Suisse* 2018;**14**:327-30.
- Stein DJ, Costa DL, Lochner C, et al. Obsessive-compulsive disorder. *Nat Rev Dis Primers* 2019;**5**:52.
- Mosley PE, Windels F, Morris J, et al. A randomised, double-blind, sham-controlled trial of deep brain stimulation of the bed nucleus of the stria terminalis for treatment-resistant obsessive-compulsive disorder. *Transl Psychiatry* 2021;**11**:190.
- Pepper J, Hariz M, Zrinzo L. Deep brain stimulation versus anterior capsulotomy for obsessive-compulsive disorder: a review of the literature. *J Neurosurg* 2015;**122**:1028-37.
- Naesström M, Hariz M, Strömsten L, et al. Deep brain stimulation in the bed nucleus of stria terminalis in obsessive-compulsive disorder-1-year follow-up. *World Neurosurg* 2021;**149**:e794-e802.
- Kumar KK, Appelboom G, Lamsam L, et al. Comparative effectiveness of neuroablation and deep brain stimulation for treatment-resistant obsessive-compulsive disorder: a meta-analytic study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2019;**90**:469-73.
- Rapinesi C, D. Kotzalidis G, Ferracuti S, et al. Brain stimulation in obsessive-compulsive disorder (OCD): a systematic review. *Curr Neuropharmacol* 2019;**17**:787-807.
- Nuttin B, Gielen F, van Kuyck K, et al. Targeting bed nucleus of the stria terminalis for severe obsessive-compulsive disorder: more unexpected lead placement in obsessive-compulsive disorder than in surgery for movement disorders. *World Neurosurg* 2013;**80**:S30.e11-6
- Sullivan CRP, Olsen S, Widge AS. Deep brain stimulation for psychiatric disorders: From focal brain targets to cognitive networks. *Neuroimage* 2021;**225**:117515.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au Pr Scantamburlo G, Service de Psychiatrie, CHU Liège, Belgique.
Email : gabrielle.Scantamburlo@uliege.be