

L'HYPNOSE

Mécanismes neuro-physiologiques

M.E. FAYMONVILLE (1), M. BOLY (2, 3), S. LAUREYS (2, 3)

RÉSUMÉ : L'hypnose est une expérience subjective par excellence. Elle est utilisée comme technique anesthésique dans notre département en associant hypnose – sédation intra-veineuse consciente et anesthésie locale (appelée hypnosédation). Depuis 1992, plus de 5.350 patients ont bénéficié de cette technique anesthésique en cours de chirurgie. La recherche sur les indicateurs neurophysiologiques de l'hypnose nous a permis d'observer que le processus hypnotique s'accompagne de modifications de débit sanguin cérébral des régions corticales et sous-corticales traduisant une imagerie visuelle, motrice et kinesthésique différente de l'éveil en conscience habituelle. Le processus hypnotique permet également un recrutement des régions corticales et sous-corticales critiques à la douleur en modulant un réseau neuronal complexe impliqué dans l'expérience nociceptive. L'étude en IRM fonctionnelle montre qu'une stimulation douloureuse avec un laser thulium – YAG chez des volontaires active significativement moins le réseau cortical et sous-cortical de la douleur en hypnose qu'en conscience habituelle.

MOTS-CLÉS : *Hypnose – Modulation de la douleur – Corrélats neurophysiologiques*

INTRODUCTION

Depuis 1992, nous utilisons l'hypnose en routine au bloc opératoire du CHU de Liège. La technique anesthésique d'«hypnosédation» que nous avons mise au point combine les techniques hypnotiques et l'administration en intraveineux d'une très légère sédation consciente ainsi que l'anesthésie locale infiltrée par le chirurgien dans le champ opératoire. L'hypnosédation constitue une alternative intéressante à l'anesthésie générale (qui est un coma pharmacologique réversible). Plus de 5.350 patients ont pu bénéficier de cette association hypnose + sédation consciente + anesthésie locale et ceci pour des chirurgies plastique, endocrinienne, abdominale, otorhinolaryngologique et gynécologique. Nos études cliniques attestent de l'efficacité de cette technique et de son intérêt pour le patient (1-4). Nos études cliniques ont mis en évidence un effet analgésique de l'état hypnotique. C'est pourquoi, la modulation de la douleur par hypnose a été investiguée chez 11 volontaires afin de mieux comprendre l'observation clinique d'une réduction de la douleur. L'étude se base sur la distribution de l'activité cérébrale, estimée par la mesure du débit sanguin cérébral durant l'hypnose lors de l'application de stimulation

HYPNOSIS. NEURO-PHYSIOLOGICAL MECHANISMS

SUMMARY : Hypnosis is a naturally occurring state of mind. During hypnosis the focus of attention is narrowed and shifted toward an internal cognitive focus. Hypnosis can facilitate cognitive strategies that are helpful in alleviating pain. Hypnosis combined with conscious intravenous sedation and local anesthesia (also called hypnosédation) has been used in more than 5.350 surgical patients. To better understand what happens in patients in the hypnotic state during surgery we explored brain function in healthy volunteers by determining the distribution of regional cerebral blood flow as an index of local neuronal activity. The group analysis showed that the hypnotic state is related to the activation of a wide spread, mainly left-sided, set of cortical areas. These results suggest that hypnosis is a particular cerebral waking state in which the subject, seemingly somnolent, experiences a vivid multimodal mental imagery that invades consciousness. We also explored the neural mechanism underlying pain modulation by hypnosis. During hypnosis, decreased pain sensation and unpleasantness ratings were observed. This "hypnoanalgesia" is produced by a complex interactions among areas in the pain neuromatrix. Hypnosis – induced also changes in functional connectivity between the a MCC and a large neural network involved in the different aspects of conscious processing. In addition functional MRI results of healthy volunteers showed dramatic differences in brain activation between normal and hypnotic states in response to intensity – matched conscious thulium – YAG laser stimuli.

KEYWORDS : *Hypnosis – Pain modulation – Neurophysiological correlates*

nociceptive (thermode placée sous l'éminence thenar de la main droite et chauffée à 47-48°C) et chaque sujet recevait douze injections d'eau marquée à l'oxygène quinze. Cette étude nous montre un changement significatif dans l'activité du cortex cingulaire antérieur en cours d'hypnose en relation avec l'intensité de la composante affective et sensorielle de la douleur. Le processus hypnotique diminue et module ainsi la nociception (5).

Finalement, en utilisant une méthode d'analyse d'interaction psychologique pour évaluer la connectivité fonctionnelle, c'est-à-dire la communication entre des aires cérébrales éloignées, nous avons été les premiers à démontrer que cette région médiane du cortex cingulaire antérieur (région 24a', liée à la modulation de la nociception sous hypnose) (5-7) interagit différemment avec d'autres régions cérébrales sous hypnose qu'en état de conscience habituel. Ce réseau comprend la partie moyenne du cortex cingulaire antérieur, l'insula, le cortex pré-génual, la pré-SMA, les noyaux de la base, le cortex préfrontal, le tronc cérébral (comprenant la matière grise péri-aqueducule) et le thalamus (8).

(1) Département d'Anesthésie-Réanimation,
(2) Département de Neurologie, CHU Sart Tilman, Liège.
(3) Centre de recherche du Cyclotron, ULg, Sart Tilman, Liège.

Nous sommes actuellement intéressés à comprendre les différences et les similitudes du substrat neuronal de l'effet analgésique de l'hypnose et celui du placebo (9). Nous décrirons brièvement les résultats que nous avons obtenus avec des volontaires, quand un laser infra-rouge thulium-Yag-IRM compatible, administre un nombre important de stimuli, à des intensités variables, permettant ainsi une meilleure évaluation comportementale de la nociception. La combinaison de l'utilisation de l'IRM fonctionnelle, et de stimulations de très courte durée, activant uniquement les fibres nociceptives permet, non seulement d'étudier de façon plus nuancée le réseau cortical et sous-cortical s'activant lors de la stimulation thermique, perçue soit comme non douloureuse, soit comme douloureuse, mais également, d'obtenir un paradigme évènementiel, d'étudier chaque volontaire de manière individuelle et à plusieurs reprises. Nous avons développé un modèle du mécanisme de modulation de la nociception sous hypnose (10). Dans ce modèle, nous proposons que l'hypnose basée sur un événement agréable (émotion positive) active une région du cortex cingulaire antérieur (aire 32). Il est démontré que cette région cérébrale possède des connections neuronales importantes avec la région de la substance grise péri-aqueducule (PAG), riche en endorphines, qui activeraient le circuit descendant inhibiteur de la douleur, empêchant ainsi le stimulus nociceptif d'activer le réseau cortical et sous cortical impliqué dans la douleur (11). Notre équipe a déjà réalisé une étude comportementale sur la nociception au moyen d'un laser thulium-Yag; elle a démontré une corrélation significative entre l'intensité des stimuli administrés par le laser, et le score de la douleur donné par le volontaire. Une étude IRM fonctionnelle chez des volontaires sains nous a confirmé la possibilité de différencier les caractéristiques subjectives d'une stimulation (douleur – non douleur, intensité de la douleur) et l'activité d'un réseau cérébral correspondant (12). Nous avons sélectionné 13 sujets hautement hypnotisables et déjà familiarisés à la technique hypnotique pour notre étude. Lors des deux sessions d'imagerie fonctionnelle, les volontaires recevront chaque fois 200 stimuli laser sur le dos de la main gauche, de 4 intensités différentes : 300, 400, 500 et 600 my (donc 50 de chaque intensité) et le faisceau laser est positionné à 20 cm de la peau avec un diamètre d'application de 5 mm. Les stimuli sont présentés à une égale fréquence, mais dans un ordre de présentation randomisé. Après chaque stimulus, le sujet devra scorer sa sensation, en répondant, après un signal sonore, sur un clavier prévu à cet effet, disposé sous sa main droite.

L'échelle de scores utilisée est la suivante : 0 = aucun stimulus perçu, 1 = sensation d'échauffement ou de chaleur, 2 = léger picotement, 3 = picotement semblable à un poil étiré, 4 = picotement supérieur à un poil étiré (13). Juste avant l'induction hypnotique, le volontaire est entraîné à l'échelle de réponses utilisée, afin de faciliter son usage en état d'hypnose. La synchronisation temporelle du laser et de l'acquisition des données fonctionnelles par la résonance magnétique est effectuée via le logiciel Cogent implémenté dans le programme Matlab. L'état hypnotique est induit et il se base sur la revivification d'un événement agréable comme en cours de chirurgie. L'analyse comportementale se base sur des mesures répétées d'analyse ancova afin de comparer les scores sensation en état de conscience habituelle et en hypnose, séparant les stimuli de basse et de haute intensité. Les données d'imagerie fonctionnelle sont préprocessées et analysées par SPM2 (Statistical Parametric Mapping). L'analyse statistique vise à estimer l'effet principal de chaque condition, c'est-à-dire de chaque état de conscience. Des analyses individuelles modélisant les deux sessions de chaque volontaire ont été effectuées et des contrastes linéaires ont été enregistrés et analysés dans une analyse de second niveau par effets aléatoires. Ces analyses de groupe comparent l'activation induite par stimulation laser en état de conscience normale et en état d'hypnose pour la même intensité de la stimulation laser. Nos résultats montrent une différence significative dans la sensation des stimulations d'intensité douloureuse (pour les 100 stimuli à plus haute intensité, le score moyen évalué est de 1,9 +/- 0,3 DS en conscience normale et de 1,2 +/- 0,4 DS en hypnose; par contre, pour les stimuli non-douloureux, on ne retrouve pas de différence significative, pour 100 stimuli à intensité la plus faible : le score est en moyenne à 0,5 +/- 0,2 à l'état de conscience habituelle et 0,4 +/- 0,3 en hypnose). A l'état de conscience habituelle, les stimuli d'intensités élevées (c'est-à-dire douloureux) comparés aux stimuli d'intensité faible (non douloureux) activent de façon bilatérale les thalami, S1, l'insula, et le cortex cingulaire antérieur. Pendant l'hypnose, les intensités élevées comparées aux stimuli à intensité basse montrent une activation de S1 uniquement. Les deux thalami, l'insula gauche, et les deux cortex cingulaire antérieurs montrent significativement moins d'activation pendant l'hypnose comparé à l'état de conscience normal. Notre étude confirme donc que la perception douloureuse sous hypnose est moindre, laissant cependant la perception non douloureuse intacte. Cette diminution de la perception douloureuse s'accompagne d'une dimi-

nution d'activation dans les thalami, insula et le cortex cingulaire antérieur.

CONCLUSION

Ces différentes études montrent que non seulement les traitements pharmacologiques mais également une approche psychologique comme l'hypnose peuvent moduler la douleur.

BIBLIOGRAPHIE

1. Faymonville ME, Fissette J, Mambourg PH, et al.— Hypnosis as adjunct therapy in conscious sedation for plastic surgery. *Reg. Anesth*, 1995, **20**, 145-151.
2. Faymonville ME, Mambourg PH, Joris J, et al.— Psychological approaches during conscious sedation. Hypnosis versus stress reducing strategies : a prospective randomized study. *Pain*, 1997, **73**, 361-367.
3. Meurisse M, Hamoir E, Defechereux T, et al.— Bilateral neck exploration under hypnosis. A new standard of care in primary hyperparathyroidism ? *Ann. Surg*, 1999, **229**, 401-408.
4. Defechereux Th, Degauque C, Fumal I, et al.— L'hypnosédation, un nouveau monde d'anesthésie pour la chirurgie endocrinienne cervicale. Etude prospective randomisée. *Annales de Chirurgie*, 2000, **125**, 539-546.
5. Faymonville ME, Laureys S, Degueldre C, et al.— Neural Mechanisms of Antinociceptive Effects of Hypnosis. *Anesthesiology*, 2000, **92**, 1257-1267.
6. Rainville P, Duncan GH, Price DD, et al.— Pain affect encoded in human anterior cingulate but not somatosensory cortex. *Science*, 1997, **277**, 968-971.
7. Rainville P, Hofbauer RK, Bushnell MC, et al.— Hypnosis modulates activity in brain structures involved in the regulation of consciousness. *J Cogn Neurosci*, 2002, **14**, 887-901.
8. Faymonville ME, Roediger L, Del Fiore G, et al.— Increased cerebral functional connectivity underlying the antinociceptive effects of hypnosis. *Brain Res Cogn Brain Res*, 2003, **17**, 255-262.
9. Kupers R, Faymonville ME, Laureys S.— The cognitive modulation of pain: hypnosis- and placebo-induced analgesia. *Prog Brain Res*, 2005, **150**, 251-269.
10. Faymonville ME, Vogt BA, Maquet P, Laureys S.— Hypnosis and Cingulate-Mediated Mechanisms of Analgesia. In : Vogt, B.A., editor. *Cingulate Neurobiology & Disease*, 2006, Oxford: Oxford University Press, in press.
11. Vogt BA, Porro CA, Faymonville ME.— Pain Processing and Modulation in the Cingulate Gyrus. In : "Proceedings of the 11th World Congress on Pain" Edited by Flor H, Kalso E, Dostrovsky JO, IASP Press 2006, Seattle.
12. Boly M, Balteau E, Peigneux P, et al.— BOLD responses relates to single trial thulium-YAG laser sensory-discriminative and pain processing without requiring subjects' subjective report. *Abstract presented at the Human Brain Mapping Conference*, 2005, Toronto, Canada.
13. Buchel C, Bornhøvd K, Quante M, et al.— Dissociable neural responses related to pain intensity, stimulus intensity, and stimulus awareness within the anterior cingulate cortex : a parametric single-trial laser functional magnetic resonance imaging study. *J Neurosci*, 2002, **22**, 970-976.

Les demandes de tirés à part sont à adresser au Professeur M.E. Faymonville, Service d'Anesthésie-Réanimation, CHU Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique.