



Thèse

2010

Open Access

This version of the publication is provided by the author(s) and made available in accordance with the copyright holder(s).

Conversion hystérique, hypnose et imagerie cérébrale

Waber, Lakshmi

How to cite

WABER, Lakshmi. Conversion hystérique, hypnose et imagerie cérébrale. Doctoral Thesis, 2010. doi: 10.13097/archive-ouverte/unige:11902

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:11902>

Publication DOI: [10.13097/archive-ouverte/unige:11902](https://doi.org/10.13097/archive-ouverte/unige:11902)

Section de Médecine Fondamentale
Département des Neurosciences
Fondamentales

Thèse préparée sous la direction du Professeur Patrik VUILLEUMIER

Conversion hystérique, hypnose et imagerie cérébrale

Thèse présentée à la faculté de Médecine

De l'Université de Genève

Pour obtenir le grade de Docteur en médecine

Par

Lakshmi Tristan Twanou WABER

De

Horrenbach-Buchen (BE)

Thèse N°10622

Genève

2010

Références de publication

Y.Cojan, L.Waber, S.Schwartz, L.Rossier, A.Forster, P.Vuilleumier (2009). "The Brain under Self-Control: Modulation of Inhibitory and Monitoring Cortical Networks during Hypnotic Paralysis". Neuron **62**, 862-875.

Y.Cojan, L.Waber, A.Caruzzo, P.Vuilleumier (2009). "Motor inhibition in hysterical conversion paralysis". Neuroimage **47**(3), 1026-37.



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

FACULTÉ DE MÉDECINE

DOCTORAT EN MEDECINE

Thèse de :

Monsieur Lakshmi Tristan Twanou WABER

originaire de Horrenbach-Buchen (BE)

Intitulée :

Conversion hystérique, hypnose et imagerie cérébrale

La Faculté de médecine, sur le préavis de Monsieur Patrik Vuilleumier, professeur ordinaire au Département des Neurosciences fondamentales, autorise l'impression de la présente thèse, sans prétendre par là émettre d'opinion sur les propositions qui y sont énoncées.

Genève, le 2 septembre 2010

Thèse n° **10622**

Jean-Louis Carpentier
Doyen

Table des matières

Résumé.....	3
Préambule.....	4
Introduction	5
But et démarche de la recherche	8
Sujets	9
Méthode	10
Paradigme Go/nogo	10
Prédictions	12
Résultats	13
Préparation motrice	13
Action motrice.....	14
Inhibition motrice	14
Connectivité fonctionnelle.....	16
Discussion.....	17
Conclusion	19
Bibliographie	20
Annexes	22
Article 1	22
"The Brain under Self-Control: Modulation of Inhibitory and Monitoring Cortical Networks during Hypnotic Paralysis" (Cojan et al, 2009).....	22
Article 2	22
"Motor inhibition in hysterical conversion paralysis" (Cojan et al, 2009).....	22

Résumé

Cette étude s'intéresse aux corrélats cérébraux en Imagerie par Résonance Magnétique Fonctionnelle (IRMf) de la paralysie du membre supérieur gauche résultant soit d'un syndrome de conversion hystérique (symptôme fonctionnel neurologique de nature psychogène), soit de la suggestion hypnotique, soit de la simulation. Les relations entre ces trois conditions, et leurs mécanismes psychologiques et neurophysiologiques, sont restés très débattus depuis les travaux de Charcot et Freud à la fin du 19^e siècle.

Nous voulions déterminer si ces conditions de paralysie « non organique » impliquent une absence de préparation ou une inhibition de l'action motrice, et si ces trois états présentent des similarités au niveau des activations cérébrales évoquées.

Nous avons élaboré un paradigme d'inhibition motrice (Go/nogo) incluant les phases de préparation, d'exécution et d'inhibition motrice.

Nos résultats suggèrent que l'hypnose et la conversion présentent des similarités et semblent contrôler les actions par des représentations internes impliquant l'activité du cortex pariétal médial (précunéus).

L'hypnose induit une reconfiguration des fonctions de contrôle exécutif recrutant les régions frontales latérales (hypothèse d'« hypercontrôle »), tandis que la conversion implique spécifiquement des régions frontales médiales reflétant des représentations affectives et/ou une persistance d'un mode de fonctionnement cérébral par défaut (hypothèse de « perte de contrôle »).

La simulation quant à elle implique les mêmes réseaux neuronaux que la condition d'inhibition volontaire normale.

Ces trois états ne procèdent donc pas par les mêmes mécanismes cérébraux malgré un comportement final semblable qui est la paralysie du bras.

Préambule

Ce projet de thèse a vu le jour, il y a quelques années, lorsque j'ai été admis comme assistant de recherche dans le Laboratoire de Neurologie et Imagerie de la Cognition (LabNic) du Professeur Vuilleumier, dans le Département de Neurosciences. Me destinant à une formation de psychiatre, j'étais très intéressé par le fonctionnement mental. Avec son aide ainsi que celle de la Dre. Sophie Schwartz, j'ai pu élaborer cette étude sur deux thèmes fondateurs chers aux psychiatres et aux neurologues, c'est-à-dire l'hypnose et le syndrome de conversion.

Nous avons eu d'intéressants échanges et collaborations avec le Dr. A.Forster, qui nous a beaucoup aidé par son savoir et savoir-faire en hypnose, ainsi que le Dr. L.Rossier psychothérapeute et praticien de l'hypnose.

Par la suite, nous avons eu le plaisir de poursuivre le projet avec le Dr.Y.Cojan, qui par sa compétence et sa persévérance a su finaliser nos études et analyses jusqu'à obtenir leur publication en juin 2009.

Je tiens à remercier toutes ces personnes pour leur soutien et leurs précieux apports, ainsi que toutes les autres personnes qui ont contribué de différentes manières à la réussite de ce projet, dont Mme N. Recordon et le Dr.F.Lazeyras.

Je tiens aussi à remercier tout particulièrement la Fondation E. Boninchi qui a soutenu ce projet.

Tous mes remerciements vont aussi à Mme Charlotte Coll pour son soutien enthousiaste.

Cette recherche a donné lieu à trois articles, le premier (en cours de rédaction) se focalise autour des corrélats neuratomiques de l'inhibition motrice dans des conditions normales.

Le second reprend les principaux résultats du premier et se focalise sur la partie hypnose de l'étude, il a été publié dans Neuron en 2009.

Le troisième illustre la partie liée au syndrome de conversion et a été publié dans Neuroimage également en 2009.

Nous aborderons ici les deux articles publiés, car ils représentent l'ensemble des résultats obtenus.

Nous débuterons par un développement des différents points de l'étude et poursuivrons par le résumé des principaux résultats des articles, et enfin terminerons par une discussion puis une conclusion.

Les articles originaux se trouvent en annexe.

Introduction

Les manifestations neurologiques pour lesquelles aucune lésion organique ne peut être trouvée sont réunies sous le terme d'atteintes d'origine psychogène ou symptômes fonctionnels neurologiques, appelées aussi syndrome de conversion hystérique. De tels symptômes sont habituellement secondaires à des facteurs de stress ou conflits psychologiques, mais ne sont pas volontairement produits par les patients dans le but de tromper ou d'obtenir un bénéfice direct. Ils semblent ainsi survenir sous l'influence de processus inconscients affectant le sentiment de contrôle volontaire du comportement. Ces mécanismes supposés sont à la base des théories de Freud sur l'hystérie, et ont du reste amené à remplacer le terme d'hystérie par celui de conversion.

Dans notre étude, nous nous intéressons uniquement au syndrome de conversion avec manifestation motrice (paralysie, parésie, ...), et de façon plus générale aux mécanismes cérébraux qui sont impliqués dans la génération et l'inhibition des mouvements volontaires. De plus, nous souhaitons comparer les manifestations motrices de la conversion hystérique avec celles qui sont induites par la suggestion hypnotique. En effet, depuis les descriptions classiques de Charcot au 19^e siècle, il a souvent été supposé que la conversion hystérique et l'état hypnotique pourraient représenter des phénomènes similaires de dissociation au sein du système cognitif, affectant le sentiment de contrôle volontaire du sujet et inhibant l'exécution des mouvements.

Chez des patients présentant des symptômes de conversion « pseudo-neurologiques » (e.g., paralysie ou anesthésie), plusieurs études récentes en imagerie cérébrale fonctionnelle ont montré que malgré l'absence de lésions organiques visibles, il existait des altérations de l'activité cérébrale touchant des régions cérébrales spécifiques. Par exemple, une étude (Vuilleumier, Chicherio et al. 2001) en tomographie d'émission monophotonique (SPECT en anglais) a révélé une hypoactivation des circuits moteurs sous-corticaux (noyau caudé, putamen, thalamus) dans l'hémisphère controlatéral à une faiblesse motrice hystérique, corrélant avec la durée et la sévérité des symptômes. D'autres études (Marshall, Halligan et al. 1997) utilisant la tomographie par émission de positrons (PET en anglais) ont également révélé des anomalies au niveau des aires corticales motrices et somatosensorielles primaires, qui étaient par ailleurs associées à une hyperactivation de régions frontales inférieures et médiales (cortex orbitofrontal et cingulaire). Sur la base de ces résultats, certains auteurs (Marshall, Halligan et al. 1997; Spence, Crimlisk et al. 2000) ont suggéré que la génération de programmes moteurs volontaires (au sein des réseaux corticaux et sous-corticaux) pourrait être activement inhibée par l'activité anormale des régions cingulaires et orbitofrontales, elles-mêmes impliquées dans les processus affectifs ou la gestion des conflits psychologiques (Rolls 2004) qui seraient à l'origine du syndrome de conversion. En d'autres mots, selon ces auteurs, lorsqu'un patient avec une paralysie hystérique désirerait bouger son membre « atteint », l'activation d'un programme moteur (i.e. intention) serait préservée mais son exécution serait annulée par un signal inhibiteur généré simultanément par certaines régions frontales ventro-médianes (Marshall, Halligan et al. 1997).

Toutefois, les composantes d'inhibition active elles-mêmes n'ont pas été directement démontrées, mais seulement indirectement inférées par l'absence

d'activation motrice lors d'instructions commandant au patient d'exécuter un mouvement (ou une tentative de mouvement) associée à une hyperactivation frontale. Par ailleurs, cette hypothèse d'inhibition active contraste avec une autre hypothèse selon laquelle la paralysie de conversion serait caractérisée par une absence de préparation des programmes moteurs eux-mêmes (perte ou inhibition de l'intention sous l'influence de processus ou conflits affectifs : Spence, Crimlisk et al. 2000; Vuilleumier, Chicherio et al. 2001).

En parallèle, depuis Charcot, plusieurs groupes de recherche (Halligan, Athwal et al. 2000 ; Roelofs, Hoogduin et al. 2002; Roelofs, Hoogduin et al. 2002) ont aussi suggéré des similitudes dans le pattern d'activation cérébrale observé dans les états de conversion et l'état d'hypnose, notamment en neuroimagerie fonctionnelle par PET. Ainsi, lorsque des sujets doivent effectuer une tâche motrice après suggestion hypnotique induisant une paralysie subjective d'un membre, une hypoactivation du cortex prémoteur associée à une hyperactivation du cortex fronto-cingulaire a été observée (Halligan, Athwal et al. 2000), similaire aux anomalies observées chez les patients avec symptômes de conversion motrice (Spence, Crimlisk et al. 2000). D'autres groupes se sont aussi penchés plus directement sur les mécanismes cérébraux de l'hypnose (Rainville, Duncan et al. 1997; Maquet, Faymonville et al. 1999 ; Faymonville, Laureys et al. 2000; Kosslyn, Thompson et al. 2000; Rainville, Hofbauer et al. 2002; Faymonville, Roediger et al. 2003) et ceci en relation avec différentes tâches (concernant non seulement la motricité, mais aussi la perception visuelle, somatosensorielle, ou douloureuse). Une hyperactivation cingulaire a souvent été retrouvée dans ces études, mais il reste controversé si ces changements fonctionnels reflètent en effet des processus d'inhibition active sur les fonctions motrices ou perceptives qui sont modifiées par l'hypnose, ou plutôt un corrélat plus général de l'état attentionnel altéré en condition d'hypnose (Spiegel, Bierre et al. 1989; Faymonville, Roediger et al. 2003; Spiegel 2003). Le cortex cingulaire est en effet généralement impliqué dans la détection d'erreur ou des processus de supervision attentionnelle lors de situations inhabituelles.

Par ailleurs, les hypothèses théoriques concernant les mécanismes neuro-cognitifs impliqués dans l'hypnose restent partagées sur la question de savoir si la suggestion hypnotique agit d'une façon antagoniste aux intentions volontaires normalement responsables d'initier un comportement, ou si son action entraîne une suppression de l'intention elle-même (de même qu'il n'est pas entièrement élucidé si l'hypnose réduit l'activation des systèmes sensoriels, ou seulement l'accès de cette activation à un niveau de traitement ou d'attention plus élevée). Ainsi, différentes études utilisant la neuroimagerie fonctionnelle lors de l'hypnose (comme lors de la conversion hystérique) ont insisté soit sur une hypoactivation de certaines régions du cerveau, soit sur une inhibition active de ces régions, mais aucune étude n'a jusqu'à présent formellement manipulé explicitement les processus d'inhibition active lors d'une tâche motrice, afin de les mesurer et de les comparer plus directement dans les phénomènes d'hypnose ou de conversion.

Dans notre projet, nous avons étudié ces questions en adaptant un paradigme classique d'inhibition motrice (de type « Go/nogo ») qui a déjà été étudié en imagerie fonctionnelle pour investiguer le contrôle de l'action. Lors de paradigmes go/nogo, une activité de plusieurs zones cérébrales spécifiques à l'inhibition du mouvement a pu être mise en évidence. Par exemple le cortex préfrontal droit,

dorsolatéral ou inférieur (Mostofsky, Schafer et al. 2003; Rubia, Smith et al. 2003; Aron, Robbins et al. 2004; Kelly, Hester et al. 2004), l'insula et le striatum dorsal (Kelly, Hester et al. 2004), la pré-SMA (Rubia, Russell et al. 2001; Mostofsky, Schafer et al. 2003), le cortex cingulaire antérieur, les gyrus frontaux médiaux et inférieurs gauches et les cortex pariétaux (Rubia, Russell et al. 2001) sont tous activés lors de ces tâches. Le principe général d'un paradigme « Go/nogo » est très simple, impliquant de générer une action en réponse à une instruction donnée (i.e., Go), mais d'annuler ou retenir cette même action en réponse à une instruction différente (i.e., Nogo). Notre adaptation de ce paradigme a consisté tout d'abord à préparer une réponse motrice latéralisée (main droite ou main gauche), ainsi que de la faire précéder par une période de préparation (intention), puis enfin soit d'exécuter cette action au signal « Go », soit de l'inhiber au signal « Nogo ». Effectué en neuroimagerie fonctionnelle, ce paradigme nous a permis de distinguer et de comparer directement les activités cérébrales liées à l'inhibition d'une réponse avec les activités cérébrales liées à l'intention et à l'exécution motrices (ou toute anomalie de celles-ci).

But et démarche de la recherche

Notre but était dans un premier temps de déterminer les zones cérébrales normalement engagées dans la préparation et l'inhibition d'un mouvement dans un paradigme Go/nogo en IRMf, chez un groupe de sujets sains contrôles. Douze sujets ont été inclus dans cette partie.

La deuxième étape a consisté à sélectionner un groupe de sujets volontaires présentant un haut score de suggestibilité, ceci en collaboration avec deux professionnels experts dans le domaine de l'hypnose, le Dr. Alain Forster, M.D., CC, médecin adjoint en anesthésie à l'Hôpital Cantonal Universitaire de Genève, et le Dr Laurent Rossier, Ph.D., à l'Université de Fribourg. Après sélection, ces sujets ont effectué la même tâche Go/nogo sous hypnose (avec suggestion de paralysie du bras gauche), et également sans hypnose. Il y avait 12 sujets dans ce groupe également.

Le troisième volet du projet a consisté à tester des patients présentant un syndrome de conversion motrice, caractérisé par une faiblesse ou paralysie subjective du membre supérieur gauche (avec ou sans atteinte associée du membre inférieur), lors du même paradigme Go/nogo. Ceci nous a permis de déterminer s'il existait des similitudes avec l'état hypnotique ou non, et d'identifier les éventuels corrélats cérébraux fonctionnels spécifiques des troubles de conversion. Nous pensions inclure une dizaine de patients dans cette étude, une seule a pu être retenue en raison de nombreux facteurs excluant d'autres patients (cf ci-dessous).

Afin de vérifier les hypothèses de simulation, nous avons également testé un groupe contrôle de sujets sains qui devaient simuler une paralysie du bras gauche. Ce groupe était composé de 6 personnes.

Notre objectif général était de déterminer les patterns d'activations motrices associés à l'état d'hypnose et à l'état de conversion, respectivement, et en particulier de tester l'hypothèse d'une inhibition active associée à la paralysie subjective ou suggérée. Ainsi, nous souhaitons déterminer si le deuxième groupe (sous hypnose) et le troisième groupe (conversion) présentaient plus d'activité dans les zones cérébrales inhibitrices par rapport au groupe contrôle.

Les différentes hypothèses d'une inhibition active de la motricité (Marshall, Halligan et al. 1997; Halligan, Athwal et al. 2000) ou d'un défaut d'intention motrice (Vuilleumier, Chicherio et al. 2001) concernant le membre affecté prédisent des patterns d'activation cérébrale différents (cf. ci-dessous). Par ailleurs, plus généralement, notre étude devait aussi permettre de montrer si certaines régions cérébrales étaient spécifiquement activées ou désactivées sous hypnose.

Il faut noter que la plupart des études d'imageries existantes sur l'hypnose et sur le syndrome de conversion ont utilisé l'imagerie par PET ou SPECT. Ici, nous avons utilisé l'IRM fonctionnelle qui offre une plus grande résolution spatiale et temporelle.

Sujets

Tous les volontaires sains étaient sans antécédents psychiatriques ou neurologiques, droitiers (Oldfield 1971), âgés de 18 à 30 ans. Ils ont été recrutés par annonces dans les Universités de Genève et Fribourg. Le protocole était approuvé par le comité éthique des HUG.

La sélection des sujets hypnotisables a été faite dans un premier temps en groupe à l'aide du Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility (Shor 1962), traduit et enregistré par nos soins), et ensuite en séances individuelles de l'échelle de Stanford C (Weitzenhoffer 1962). Ce sont des échelles standard pour l'hypnose expérimentale. Les scores des sujets allaient de 9-12 sur ces deux échelles.

Les patients avec troubles de conversion ont été recrutés au sein du service de neurologie des HUG, après confirmation du diagnostic et accord formel de l'équipe médicale en charge du patient aux HUG. Les investigations nécessaires pour l'exclusion d'une maladie organique ont été effectuées selon les indications cliniques du médecin responsable du service.

Plusieurs patients nous ont été adressés, une seule a pu être retenue, les autres n'ayant pas pu compléter les séances IRM. Nous n'avons pu inclure plus de patients également en raisons de leur rareté relative pendant cette période et de facteurs d'exclusion fréquents (présence de déficits non latéralisés, autres troubles neurologiques non moteurs, claustrophobie, contrindications à l'IRM, etc.).

La patiente retenue était une femme de 36 ans, sans antécédents psychiatriques ou neurologiques, mère de deux jeunes enfants, licenciée en psychologie, sans emploi, ayant vécu des événements stressant récemment, dont une rupture sentimentale. Elle avait été admise à l'hôpital pour gastro-entérite virale et elle décrivait aussi à son admission une faiblesse du poignet et de la main gauche datant d'il y a quelques jours, avec une impossibilité à tenir les objets. Elle ne pouvait effectuer que de petits mouvements des doigts. Elle avait été examinée par un neurologue indépendant de l'étude et ne présentait pas d'autre déficit. Les examens standards ne présentant pas d'anomalie, elle nous a été adressée pour évaluation d'une parésie psychogène, sans déficit sensitif. Elle a eu un IRMf à la moitié de son séjour (5^e jour après son admission) alors que les symptômes digestifs avaient disparu, elle n'avait aucune médication, et la parésie était encore présente.

Méthode

La tâche « Go/nogo » (voir figure 1) a été effectuée en IRM fonctionnelle, dans l'installation 1.5T du service de radiologie des HUG, avec le soutien technique des physiciens IRM HUG.

La tâche « Go/nogo » était divisée en 2 blocs de 10 minutes chacun. Chaque essai commençait par la présentation sur un écran d'une image de main soit gauche soit droite (grise), qui instruisait le sujet de *préparer* une action (presser un bouton) avec un doigt de la main correspondante (en l'absence de mouvement): ceci constituait donc une phase de préparation motrice (mentale). Ensuite, après un délai variable de 1 à 5 secondes, l'image de main devenait soit verte, soit rouge. Si la main devenait verte (Go = action), cela signalait alors au sujet qu'il devait appuyer sur le bouton le plus vite possible (i.e., pendant une « fenêtre » temporelle de <1 seconde, en dehors de laquelle toute autre réponse plus tardive était suivie d'un feedback d'erreur).

Si la main devenait rouge, le sujet devait alors retenir et annuler toute réponse, i.e., ne pas appuyer sur le bouton (Nogo = inhibition). Pour assurer un bon niveau de préparation motrice, le sujet avait à effectuer 75% d'essais « Go » et 25% d'essais « Nogo ». Les couleurs rouge et verte étaient isoluminantes afin d'éviter toute différence d'activation visuelle entre les deux conditions.

Paradigme Go/nogo

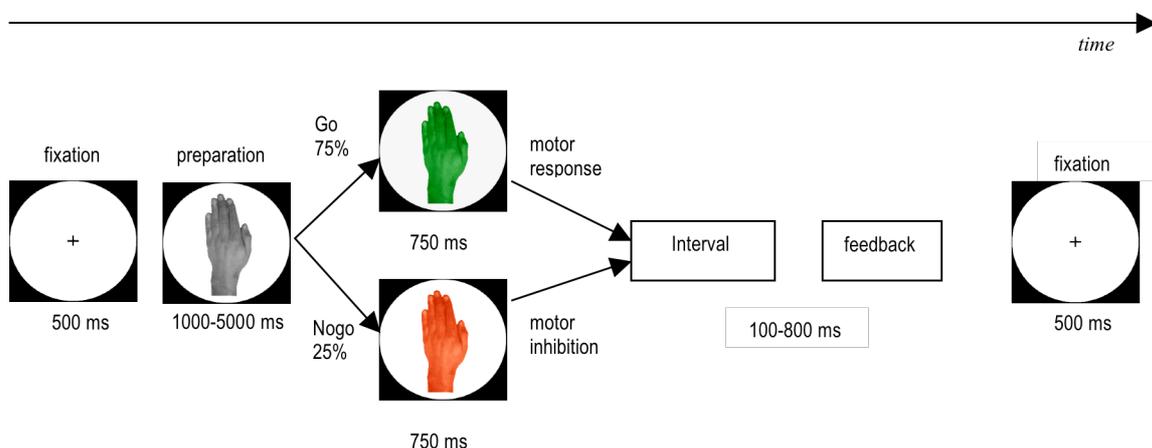


Figure 1 : Paradigme Go/nogo

Par ailleurs, la session d'IRM a été complétée par la prise d'une image cérébrale anatomique à haute résolution pour la co-registation et la normalisation des images IRM fonctionnelles.

Les sujets du deuxième groupe, qui ont participé au test en hypnose, ont reçu une phase de suggestion hypnotique après leur installation sur le lit du scanner, après qu'ils se soient familiarisés avec cette situation. L'utilisation des techniques

d'hypnose a été supervisée par nos collaborateurs professionnels (Dr. Alain Forster et Dr. Laurent Rossier) qui étaient présents et responsable de la procédure d'hypnose. Deux blocs de la tâche ont été effectués en hypnose et deux blocs hors hypnose, selon un ordre AABB ou BBAA, en alternance entre tous les sujets. Il n'y a pas de mesure objective de l'état d'hypnose, mais le sujet nous confirmait s'il se trouvait dans cet état qu'il connaissait déjà bien, selon une procédure habituelle pour les hypno-thérapeutes (Faymonville 2002). La suggestion hypnotique consistait à générer une impression de rigidité/lourdeur mimant une paralysie de la main gauche empêchant le sujet de bouger lorsqu'il voyait l'instruction « Go ». Seul le côté gauche a été investigué dans un premier temps, vu la prédominance habituelle de troubles de conversion de la main gauche (Galin, Diamond et al. 1977 ; Stern 1983; Pascuzzi 1994 ; Gagliese, Schiff et al. 1995) et ceci afin de permettre une comparaison directe de ces deux situations (hypnose et conversion).

Les patients ont fait exactement la même tâche, sans hypnose, ainsi que le groupe de simulateurs.

La durée totale de l'étude IRM était d'environ 60 minutes.

Le traitement et l'analyse des images IRM fonctionnelles ont été effectués de façon standard avec la méthodologie SPM (Statistical Parametric Mapping, www.fil.ion.ucl.ac/spm). L'analyse statistique a été effectuée avec SPSS 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Prédictions

Chez les *sujets sains contrôles*, en conditions normales, nous voulions comparer les activations cérébrales lors de la préparation motrice pour les mains droite et gauche, ainsi que les activations lors de l'exécution (Go), qui devaient concerner les aires corticales prémotrices et motrices dans chaque hémisphère, respectivement. Nous souhaitions également mesurer de possibles activations au niveau des noyaux de la base (putamen, caudé). Par ailleurs, nous voulions identifier les activations cérébrales spécifiques lors de l'inhibition (Nogo), et déterminer si de telles activations seraient différemment latéralisées pour les mains droite et gauche. Par exemples dans les régions du cortex frontal ventral et cingulaire (Konishi, Nakajima et al. 1999).

Chez les sujets sains *en condition d'hypnose* (lors de suggestion de paralysie d'une main), ces analyses devaient en outre permettre d'examiner notre question la plus importante concernant l'hypothèse d'une inhibition active versus d'une hypoactivation du système moteur lorsque la tâche demande un mouvement avec la main affectée. Plus spécifiquement, l'hypothèse d'une hypoactivation prédisait essentiellement une absence d'activité dans les zones motrices et prémotrices lors de la phase de préparation (et lors de l'exécution), alors que l'hypothèse d'une inhibition active prédisait que l'activité en phase de préparation et/ou en phase d'exécution pour la main affectée serait remplacée par une activation des aires qui sont normalement plutôt activées par l'inhibition (i.e., un pattern « Nogo » au lieu de « Go »).

Les mêmes analyses chez une patiente avec *troubles de conversion* motrice permettaient 1) de déterminer également si le problème d'exécution motrice de cause psychogène était associé à une hypoactivation ou à une inhibition ; et 2) de comparer cette situation avec les effets de la suggestion par l'hypnose.

Finalement, les analyses du dernier groupe (simulateurs) devaient permettre de vérifier toute ressemblance avec une simulation ou inhibition volontaire pour l'hypnose et la conversion.

Résultats

Les résultats ont été répartis sur les deux articles publiés, ils sont ici résumés et regroupés en 3 figures non incluses dans les articles.

Du point de vue comportemental, il n'y avait pas de modification du temps de réaction de la main droite entre les différents groupes, pas d'augmentation du nombre d'erreurs non plus.

Préparation motrice (voir figure 2)

Pour déterminer les régions impliquées dans la préparation motrice, nous comparons l'activité cérébrale lors de la présentation de l'image de main grise, pour les mains gauche (G) et droite (D) à travers tous les groupes

Dans cette figure, nous voyons que l'intention motrice est conservée dans tous les groupes. Ils présentent une activation du cortex moteur primaire (M1) contralatéral à la main, similaire et symétrique dans tous les cas.

Cependant, nous voyons aussi une activation spécifique du précunéus lors de la préparation de la main G (paralysée) en hypnose.

La patiente en conversion active quant à elle spécifiquement le cortex préfrontal ventro-médial (CPFvm) lors de la préparation de la main paralysée (main G).

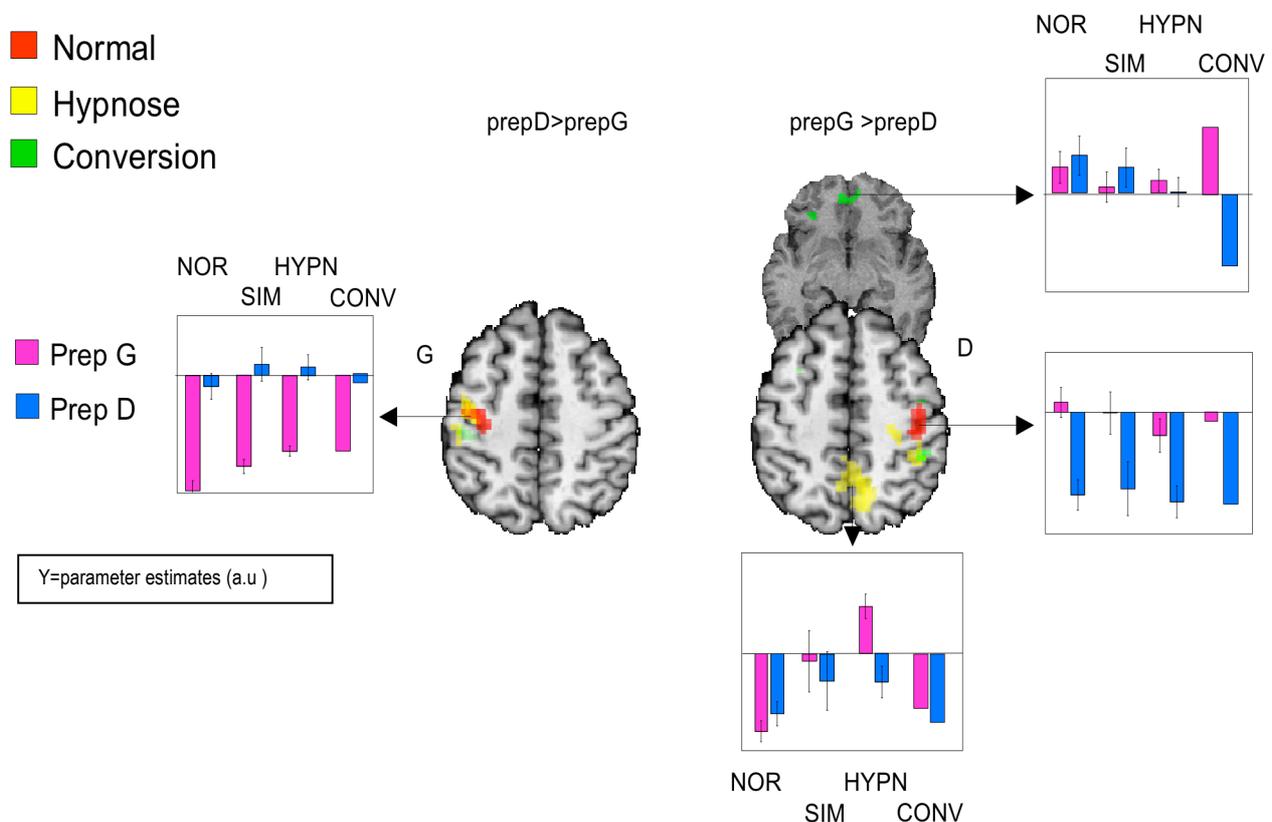


Figure 2 : Préparation motrice

Action motrice

La période d'exécution motrice en elle-même montre un manque d'activation de l'aire motrice D chez les groupes d'hypnose et de simulation (conforme à l'absence de mouvement avec la main gauche « paralysée ») et chez la patiente avec conversion motrice de la main G.

En hypnose, une plus grande activité cérébrale est observée dans les aires préfrontales G (cf.ci-dessous).

Chez la patiente, les pics d'activation se trouvent sur l'aire ventrolatérale préfrontale D, le gyrus frontal supérieur G, et le précunéus bilatéral.

Dans le groupe de simulateurs cette condition évoque une activation du gyrus frontal inférieur droit (GFI D) similaire à la condition nogo normale (cf ci-dessous).

La paralysie de la main G dans ces trois conditions résulte donc de trois mécanismes cérébraux distincts

Inhibition motrice (voir figures 3 et 4)

Afin de déterminer les régions impliquées dans l'inhibition motrice, nous avons effectué la comparaison entre les conditions d'inhibition et d'action motrice normale, qui nous a révélé une prédominance du gyrus frontal inférieur D (GFI D).

■ Nogo>Go pour la condition normale Gyrus frontal inferieur droit

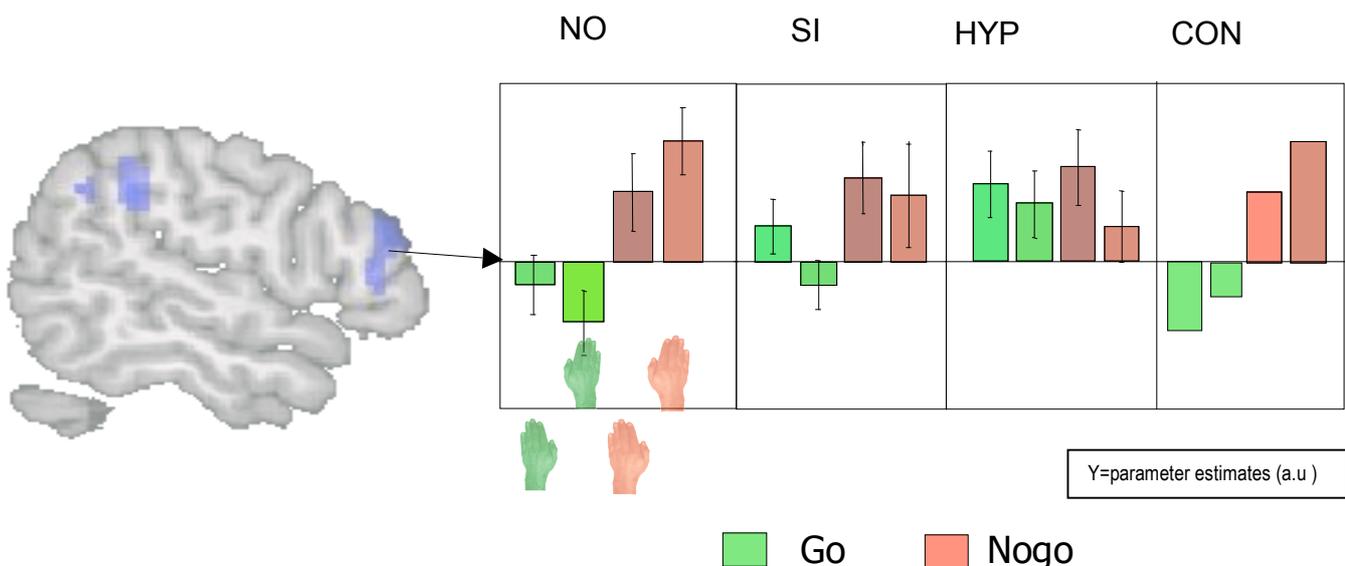


Figure 3 : Inhibition motrice Nogo>Go en condition normale

Les conditions « nogo » activant le GFI D pour les sujets en condition normale nécessitent un important contrôle. Cette région est aussi active pour les sujets simulateurs lorsqu'ils sont instruits de bouger la main G mais de feindre une paralysie. Ceci pourrait signifier que cette région est bien une région d'inhibition motrice comme cela a été suggéré dans la littérature.

Cependant, sous hypnose cette région montre un pattern d'activation très particulier et semble toujours active, même lors d'un mouvement de la main D «saine». Ceci suggère un rôle plus général pour cette région, plutôt de «contrôle» de l'action, et non pas uniquement un rôle d'inhibition.

Enfin, pour la patiente souffrant d'un syndrome de conversion cette région n'est pas activée lorsqu'elle doit bouger la main paralysée, contrairement au groupe de simulateurs.

L'hypnose, la conversion et la simulation n'impliquent donc pas les mêmes patterns d'activation cérébrale pour le processus d'inhibition.

Afin de déterminer les processus d'inhibition spécifiques en hypnose, nous avons comparé directement la condition impliquant les mains G et D en hypnose. Ceci nous a révélé une zone liée à l'inhibition pour la main G, le cortex frontal inférieur G (CFI G).

De façon intrigante, cette région montre également un pattern d'inhibition dans la condition normale, mais se révèle, en hypnose, distinguer les conditions où la main G est impliquée comparativement à la main D.

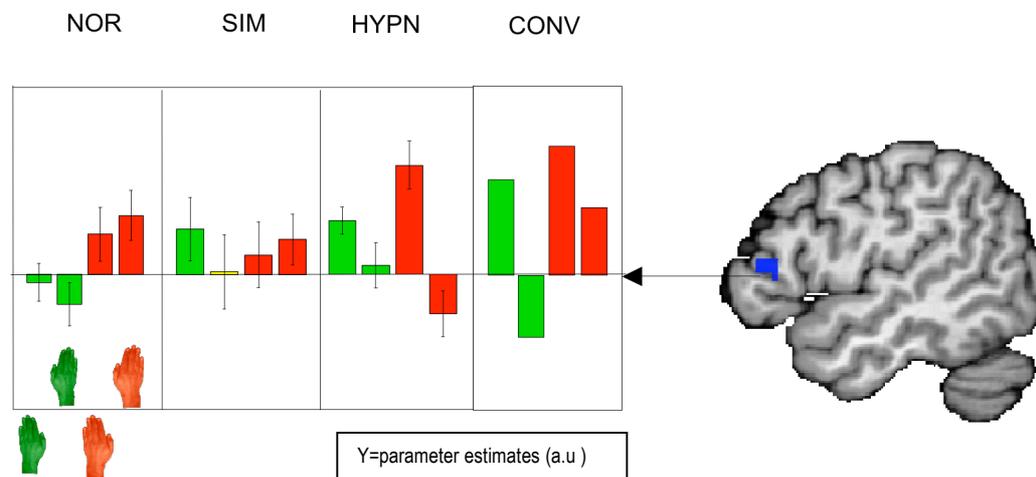


Figure 4 : Inhibition motrice NogoG>NogoD en hypnose

Nous avons donc suggéré que cette région (qui est en général impliquée dans la planification des actions) est modulée en hypnose selon une réinterprétation des demandes de la tâche motrice : la tâche qui était « bouger ou ne pas bouger » à l'état normal devient « main gauche ou main droite » sous hypnose.

Pour la patiente, la représentation de la tâche reste la même que pour le groupe sans hypnose.

Connectivité fonctionnelle

Au moyen d'une mesure de corrélation effectuée sur le cerveau entier, ces analyses nous ont permis de déterminer les différences dans les connexions fonctionnelles entre le cortex moteur primaire droit (M1 D, inactivé en hypnose dans la condition d'exécution) et toutes les autres régions cérébrales, pour les différents groupes. Chez les sujets en état normal et les simulateurs, le cortex moteur M1 est fonctionnellement connecté fortement à la région prémotrice dorsale D et au cervelet G, régions classiquement décrites comme appartenant au réseau moteur.

En revanche, cette région chez les sujets en hypnose était plus connectée avec le précunéus et le gyrus angulaire D.

Chez la patiente, cette même région motrice était connectée au précunéus et au cortex préfrontal ventromédian (CPFvm).

Discussion

En comparant les différentes étapes de l'action motrice au sein d'un groupe et entre les groupes, nous avons pu démontrer que l'hypnose, comme la conversion, ne sont pas la résultante d'une inhibition active ou d'un manque d'activation motrice, mais bien plus d'une modulation de la motricité par le système exécutif (lors d'hypnose) et de régulation des émotions (lors de conversion), en lien avec les régions médiales du cerveau qui composent le « mode par défaut » typiquement observé lors de l'état de repos.

Ces régions incluent le précunéus, le CPFvm, le cortex cingulaire postérieur (CCP) ainsi que des régions pariétales latérales. Elles sont associées à l'attention orientée vers soi et à la régulation émotionnelle et sont habituellement désactivées lors des tâches cognitives et sensorimotrices.

De façon intéressante, la partie postérieure de ce réseau est associée à des mécanismes orientés vers soi faisant appel à des processus mnésiques (prospectifs et rétrospectifs), tandis que la partie antérieure est impliquée dans les processus d'évaluation affective de soi (jugements émotionnels personnels, préférences).

Nos résultats suggèrent que, sous hypnose, les conditions impliquant la main G paralysée font appel aux régions postérieures de ce mode par défaut, suggérant une forme de réactivation mnésique de la suggestion qui semble influencer l'activité du cortex moteur (connectivité fonctionnelle sélectivement augmentée).

A l'inverse, chez la patiente, la partie antérieure de ce mode par défaut, plutôt affective, est impliquée et de même semble influencer l'activité du cortex moteur droit (connectivité fonctionnelle augmentée).

Nous avons donc interprété ces résultats comme une forme de prise de contrôle du comportement moteur par des régions contrôlant des représentations orientées vers le soi imagé et mnésique sous hypnose, et le soi affectif dans le cas d'un syndrome de conversion avec paralysie. Ceci tend à montrer que l'imagerie mentale liée à une expérience personnelle intervient dans ce processus. Ces expériences peuvent être soit induites par l'hypnose, soit spontanément activées par le stress (patiente). L'implication du système exécutif pour le groupe en hypnose et du système de régulation des émotions pour la patiente peut expliquer la différence de ressenti de la patiente (perte de contrôle sur sa main G) et des sujets en hypnose (absorption).

Nous avons aussi montré que l'intention motrice est conservée dans tous les groupes, reflétée par l'activité des régions motrices et prémotrices contralatérales lors de mouvement préparé, ce qui infirme l'hypothèse d'un manque d'activation motrice.

Nous avons par conséquent développé l'idée que l'hypnose constituerait un état d' « hypercontrôle », car en hypnose les régions impliquées dans l'inhibition motrice semblent révéler un rôle plus général et montrent une activation continue, notamment pour le GFI D, qui appartient au système exécutif et au système attentionnel. Par ailleurs, sous hypnose, la modulation du GFI G semble démontrer que les sujets reprogramment la tâche motrice en tâche de latéralité manuelle, ce

qui n'est pas le cas dans les autres groupes. Ceci tend à confirmer l'idée que de nombreux thérapeutes développent, à savoir que sous hypnose il se passe une réinterprétation des images et des événements qui pourrait être le mécanisme mis en œuvre dans le travail thérapeutique.

Pour la conversion, l'inhibition motrice semble être liée à l'activation du PFCvm et des régions médiales cérébrales, ce qui traduit une implication du système de régulation des émotions dans cette inhibition.

Il est important de noter, pour finir, que les analyses du troisième groupe (la patiente) sont intéressantes à titre de résultats préliminaires et devront être confirmées par la suite (minimum N=12) pour avoir une valeur statistique suffisante.

Conclusion

Dans le cadre de notre étude, nous avons pu répondre à plusieurs questions de longue date sur l'hypnose et la conversion, et démontrer que ces deux phénomènes ont leurs propres bases cérébrales, distinctes de l'inhibition directe du cortex moteur et de la simulation de paralysie.

Elles présentent des similarités et semblent contrôler les actions par des représentations internes à travers l'activité du précunéus.

L'hypnose induit une reconfiguration du contrôle exécutif de la tâche par les régions frontales (hypothèse d'« hypercontrôle »), tandis que la conversion induit une activation uniquement des régions cérébrales médiales induisant une persistance du fonctionnement cérébral d'évaluation affective associé avec le mode par défaut (hypothèse de « perte de contrôle »).

La simulation quant à elle implique les mêmes réseaux neuronaux que la condition normale.

Notre étude a pu faire progresser la compréhension de l'hypnose et de la conversion, deux états d'altération du fonctionnement cérébral et du lien corps-esprit.

D'autres études sont nécessaires pour affiner notre connaissance de ces phénomènes fascinants.

Bibliographie

Aron, A. R., T. W. Robbins, et al. (2004). "Inhibition and the right inferior frontal cortex." *Trends Cogn Sci* 8(4): 170-177.

Cojan, Y. et al (2009). "The Brain under Self-Control: Modulation of Inhibitory and Monitoring Cortical Networks during Hypnotic Paralysis". *Neuron* 62, 862-875.

Cojan, Y. et al (2009). "Motor inhibition in hysterical conversion paralysis". *Neuroimage* 47(3), 1026-37.

Faymonville, M. E. (2002). "L'hypnose en anesthésie-réanimation, de l'application clinique aux mécanismes cérébraux." Université de Liège, thèse d'agrégation.

Faymonville, M. E., S. Laureys, et al. (2000). "Neural mechanisms of antinociceptive effects of hypnosis." *Anesthesiology* 92(5): 1257-67.

Faymonville, M. E., L. Roediger, et al. (2003). "Increased cerebral functional connectivity underlying the antinociceptive effects of hypnosis." *Brain Res Cogn Brain Res* 17(2): 255-62.

Gagliese, L., B. B. Schiff, et al. (1995). "Differential consequences of left- and right-sided chronic pain." *Clin J Pain* 11(3): 201-7.

Galin, D., R. Diamond, et al. (1977). "Laterlization of conversion symptoms: more frequent on the left." *Am J Psychiatry* 134(5): 578-80.

Halligan, P. W., B. S. Athwal, et al. (2000). "Imaging hypnotic paralysis: implications for conversion hysteria." *Lancet* 355(9208): 986-7.

Kelly, A. M., R. Hester, et al. (2004). "Prefrontal-subcortical dissociations underlying inhibitory control revealed by event-related fMRI." *Eur J Neurosci* 19(11): 3105-12.

Konishi, S., K. Nakajima, et al. (1999). "Common inhibitory mechanism in human inferior prefrontal cortex revealed by event-related functional MRI." *Brain* 122 (Pt 5): 981-91.

Kosslyn, S. M., W. L. Thompson, et al. (2000). "Hypnotic visual illusion alters color processing in the brain." *Am J Psychiatry* 157(8): 1279-84.

Mailis-Gagnon, A., I. Giannoylis, et al. (2003). "Altered central somatosensory processing in chronic pain patients with "hysterical" anesthesia." *Neurology* 60(9): 1501-7.

Maquet, P., M. E. Faymonville, et al. (1999). "Functional neuroanatomy of hypnotic state." *Biol Psychiatry* 45(3): 327-33.

Marshall, J. C., P. W. Halligan, et al. (1997). "The functional anatomy of a hysterical paralysis." *Cognition* 64(1): B1-8.

Mostofsky, S. H., J. G. Schafer, et al. (2003). "fMRI evidence that the neural basis of response inhibition is task-dependent." *Brain Res Cogn Brain Res* 17(2): 419-30.

Oldfield, R. C. (1971). "The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory." *Neuropsychologia* 9(1): 97-113.

- Pascuzzi, R. M. (1994). "Nonphysiological (functional) unilateral motor and sensory syndromes involve the left more often than the right body." *J Nerv Ment Dis* 182(2): 118-20.
- Rainville, P., G. H. Duncan, et al. (1997). "Pain affect encoded in human anterior cingulate but not somatosensory cortex." *Science* 277(5328): 968-71.
- Rainville, P., R. K. Hofbauer, et al. (2002). "Hypnosis modulates activity in brain structures involved in the regulation of consciousness." *J Cogn Neurosci* 14(6): 887-901.
- Roelofs, K., K. A. Hoogduin, et al. (2002). "Motor imagery during hypnotic arm paralysis in high and low hypnotizable subjects." *Int J Clin Exp Hypn* 50(1): 51-66.
- Roelofs, K., K. A. Hoogduin, et al. (2002). "Hypnotic susceptibility in patients with conversion disorder." *J Abnorm Psychol* 111(2): 390-5.
- Rolls, E. T. (2004). "The functions of the orbitofrontal cortex." *Brain Cogn* 55(1): 11-29.
- Rubia, K., T. Russell, et al. (2001). "Mapping motor inhibition: conjunctive brain activations across different versions of go/no-go and stop tasks." *Neuroimage* 13(2): 250-61.
- Rubia, K., A. B. Smith, et al. (2003). "Right inferior prefrontal cortex mediates response inhibition while mesial prefrontal cortex is responsible for error detection." *Neuroimage* 20(1): 351-8.
- Shor, E., Orne, E.C. (1962). "Harvard group scale of hypnotic susceptibility, form A." consulting psychologists press, Palo Alto California.
- Spence, S. A., H. L. Crimlisk, et al. (2000). "Discrete neurophysiological correlates in prefrontal cortex during hysterical and feigned disorder of movement." *Lancet* 355(9211): 1243-4.
- Spiegel, D. (2003). "Negative and positive visual hypnotic hallucinations: attending inside and out." *Int J Clin Exp Hypn* 51(2): 130-46.
- Spiegel, D., P. Bierre, et al. (1989). "Hypnotic alteration of somatosensory perception." *Am J Psychiatry* 146(6): 749-54.
- Stern, D. B. (1983). "Psychogenic somatic symptoms on the left side : Review and interpretation." *Hemisindrome: Psychobiology, neurology, psychiatry*: 415-445.
- Vuilleumier, P., C. Chicherio, et al. (2001). "Functional neuroanatomical correlates of hysterical sensorimotor loss." *Brain* 124(Pt 6): 1077-90.
- Weitzenhoffer, A. M., Hilgard, E.R. (1962). "Stanford hypnotic susceptibility scale, form C." Stanford University.

Annexes

Article 1

"The Brain under Self-Control: Modulation of Inhibitory and Monitoring Cortical Networks during Hypnotic Paralysis" (Cojan et al., 2009)

Article 2

"Motor inhibition in hysterical conversion paralysis" (Cojan et al., 2009)