

Identité et appartenance corporelle: fantômes et membres surnuméraires

■ F. Staub, J. Bogousslavsky

Service de Neurologie, CHUV, Lausanne

Summary

Staub F, Bogousslavsky J. [Body identity: phantoms and supernumerary limbs.] Schweiz Arch Neurol Psychiatr 2005;156:189–95.

The phantom limb phenomenon constitutes a spectacular example of alteration in body scheme. It is common after amputation and commonly described following any interruption of the nervous tracks, such as the peripheral nerves, brachial plexus and spinal cord. Even if classical, phantom limbs are scarcely reported after central damage (“supernumerary phantom limb”). We studied a previously unreported form of supernumerary limb, which specifically developed with motor intent in a patient with severe sensorimotor hemiparesis following anterior choroidal artery territory infarction. A cognitive model of motor control was used to interpret this persisting kinaesthetic-proprioceptive phantom illusion of a “third” arm. According to this model, action initiation awareness depends upon a representation of the predicted consequences of action execution rather than on its actual consequences (because sensory feedback from the moving limb itself is delayed relative to the actual movement). This ‘premovement brain signal of action’, called ‘efference copy’, relies on the integrity of controllers which provide the motor commands necessary to achieve a desired movement and the predictors which estimate the sensory consequences of the ensuing action. As a consequence, a patient with a paralysed limb may feel that his limb is moving, provided that the motor output system is functional together with a failure to register the discrepancy between predicted and actual limb states. We suggest that in our

patient, motor commands could still be issued leading to prediction of movement. Because of the absence of contradictory sensory feedback, the concordance between intended and predicted movement could lead to the illusion of movement and supernumerary limb. Finally, the interruption of thalamic afferences probably prevented any insight into the mismatch between expected and effective movement, allowing the persistence and stability of the kinaesthetic illusion.

In a second step, haemodynamic correlates of supernumerary phantom limb were studied with an fMRI motor paradigm showing an increased activity in the basal ganglia-thalamus-cortex pathway during virtual movement of the supernumerary hand. We suggest that this fMRI activation reflected an abnormal closed-loop functioning of the thalamocortical system due to interruption of sensory inputs, while integrity of predictors allowed the generation of the internal phantom representation of limb position.

Our findings demonstrate that supernumerary phantom limb may develop and persist after a deep brain lesion sparing cortex and provide new contributions to the critical role of the motor system in the genesis of body scheme distortions. Our study indeed shows how a preserved sense of agency provided by intact pre-motor processes translating intention into action can lead to the feeling of a non-executed movement in a paralysed limb.

Keywords: phantom limb; supernumerary phantom limb; stroke; body scheme; motor system

Introduction

Contrairement aux 5 sens, la sensation générale du corps n'est pas gouvernée par un organe physiologique bien défini, comme c'est le cas pour la vision ou l'audition, mais par la somme d'afférences multisensorielles. La perception que nous avons de notre corps n'est cependant pas réduite à la simple addition de ces afférences qui sont trop constantes pour être maintenues dans le champ

Correspondance:
Fabienne Staub
Service de Neurologie
Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (CHUV)
Rue du Bugnon 27
CH-1011 Lausanne
e-mail: Fabienne.Staub@chuv.hospvd.ch

de la conscience. Concrètement, cela implique que nous ne percevons notre corps qu'exceptionnellement. Henri Ey exprime très bien cette réalité lorsqu'il dit que sauf difficulté, douleur, gêne ou problème particulier, le corps est comme transparent et silencieux dans le champ de la perception, bien qu'il y soit absolument impliqué [1].

Le concept de schéma corporel [2] a été introduit afin de rendre compte de cette perception vague et complexe que nous avons de notre corps, et, comme souvent, l'observation de la pathologie a constitué une entrée privilégiée dans la compréhension de la nature, de la genèse, du fonctionnement et du substrat neuroanatomique de cette perception.

Le cas exceptionnel d'une patiente qui, suite à un infarctus purement sous-cortical, a développé un phénomène de membre fantôme surnuméraire kinesthésique ne se manifestant que lors d'actions intentionnelles, nous ouvre une porte supplémentaire vers la compréhension des distorsions du schéma corporel en soulignant la contribution majeure du système moteur dans la conscience immédiate que nous avons de notre corps.

Désordres du schéma corporel après lésion cérébrale

Les lésions cérébrales peuvent induire des modifications profondes dans la façon dont le corps est perçu et représenté. Les altérations les plus spectaculaires surviennent classiquement après des lésions de l'hémisphère mineur. Dans cette catégorie de troubles, on peut notamment mentionner l'anosognosie (*a*: sans; *noso*: maladie; *gnosia*: connaissance) de l'hémiplégie qui désigne l'absence de reconnaissance de la paralysie (Babinski, 1914 [3]). Dans l'hémiasomatognosie consciente, le patient a l'impression d'avoir perdu la perception de son hémicorps et se sent comme amputé de cet partie. Le phénomène, typiquement transitoire ou paroxystique, se rencontre habituellement chez des sujets migraineux ou épileptiques, dans le contexte de dysfonctions ou de lésions des deux hémisphères, dont le siège est plus volontiers sous-cortical. La forme non consciente de l'hémiasomatognosie désigne quant-à-elle un trouble spectaculaire du comportement où le patient agit comme si une moitié de son corps était inexistante. Il pourra par exemple laisser la moitié de son corps non couverte dans le lit ou laisser pendre un membre en dehors de celui-ci, même lorsque la position est particulièrement inconfortable. Le contrôle visuel normal du mouvement (lorsqu'il est possible) de l'hémicorps atteint est absent.

Contrairement à la forme consciente, le trouble est permanent, pouvant persister plusieurs jours ou semaines. Ce désordre fait partie du syndrome d'Anton-Babinski, à savoir l'anosognosie de l'hémiplégie et se rencontre classiquement dans les lésions pariétales droites. Pour terminer cette liste non exhaustive, on peut encore citer la somatoparaphrénie, décrite pour la première fois par Gerstmann en 1942 [4] puis par Critchley en 1953 [5] dans le contexte de lésions pariétales droites. Le trouble se caractérise par la perte du sentiment d'appartenance d'un membre, souvent accompagnée d'interprétations délirantes. Le patient va par exemple affirmer que son membre, voire la totalité de son hémicorps, est un élément étranger, typiquement attribué à un proche ou au médecin. La partie non reconnue comme propre est parfois considérée comme appartenant à un moribond et le patient se plaint de cette présence dans son lit. Dans des cas extrêmes, la nature humaine de la partie affectée peut même être remise en question.

Les syndromes de l'hémisphère dominant, où les éléments du schéma corporel sont élaborés à un niveau plus élémentaire, sont nettement moins spectaculaires. On peut citer à titre d'exemple l'autotopagnosie qui désigne une difficulté à dénommer et à désigner, ou à reconnaître d'une façon générale les parties du corps et l'agnosie digitale qui consiste en une incapacité à désigner sur ordre les différents doigts de sa propre main ou ceux d'autrui.

Les phénomènes de membres fantômes

Il faut d'entrée de jeu signaler qu'il existe un flou conceptuel important autour des phénomènes de membres fantômes. Les termes de membre fantôme, de membre fantôme surnuméraire, de réduction de parties du corps, de pseudopolymyélie, de mouvement illusoire d'un membre, d'illusion kinesthésique, ou encore de mouvement fantôme d'un membre paralysé sont des exemples de termes rencontrés dans la littérature et souvent utilisés de façon indifférente, variable ou inadéquate sans qu'une définition précise du concept employé ne soit proposée.

Membre fantôme des amputés

Le terme de membre fantôme est apparu la première fois pour désigner l'expérience des amputés qui ont l'impression que le membre manquant est toujours présent, la description originale remon-

tant au XVI^e siècle avec l'observation du barbier chirurgien Ambroise Paré. Lorsque l'on parle de membre fantôme chez l'amputé, il peut être utile de distinguer le membre fantôme proprement dit qui désigne la perception du membre manquant avec l'intégralité de ses caractéristiques perceptives et spatiales, et les sensations qui sont facultativement ressenties dans le membre fantôme telles que douleurs, paresthésies, sensations de lourdeur, de chaleur ou de froid. La quasi totalité des patients qui subissent une amputation d'un membre développe un fantôme qui apparaît dans la règle immédiatement après l'intervention chirurgicale (dès que les effets de l'anesthésie se résorbent), ou le traumatisme. L'expérience somatosensorielle est étonnement semblable à celle vécue avant l'amputation. Le fantôme a ainsi les mêmes caractéristiques que le membre original à savoir, la même taille et la même forme. Des objets non corporels, tels que bagues et chaussures peuvent être inclus dans la perception, de même que des douleurs chroniques expérimentées avant la perte du membre. Dans la règle, le fantôme suit les mouvements du moignon, se comportant de la même manière que l'aurait fait le membre avant l'amputation. Le fantôme occupe en général une posture habituelle, plus rarement une position incongrue et/ou douloureuse. Dans ce cas de figure, la posture est souvent influencée par le vécu pré-traumatique. Le fantôme fait partie intégrante du corps et du schéma corporel, contrairement à ce qui s'observe dans la somatoparaphrénie. Bien que les membres fantômes soient le plus souvent rapportés après des amputations des membres, de nombreuses parties du corps peuvent être concernées. Le phénomène a par exemple été observé après des amputations de parties du visage, de la poitrine, du pénis et même après ablation de viscères. Pour la majorité des sujets, la sensation fantôme persiste quelques jours ou semaines en s'atténuant progressivement avant de disparaître. Dans certains cas, le fantôme est ressenti pendant des années, voire des décennies. L'évolution temporelle de la perception du fantôme peut se faire sur deux modes. Dans le premier, on observe un estompage du fantôme qui va intéresser en priorité le segment du membre puis la main et le pied de telle sorte que cette main et ce pied seront perçus comme s'ils étaient suspendus dans les airs. Dans le deuxième cas, le membre fantôme se raccourci progressivement jusqu'à ce que la main ou le pied s'accole au moignon voire télescope ce dernier. Dans les deux situations, la perception «détachée» ou «télescopée» peut se maintenir ou disparaître (pour une revue sur le membre fantôme des amputés, voire par exemple [6]).

Si le phénomène est très fréquent après amputation, il est également communément décrit après des interruptions des voies nerveuses, telles qu'il est possible d'en rencontrer après atteinte des nerfs périphériques, du plexus brachial, ou de la moelle épinière. En revanche, la perception d'un membre fantôme après lésion cérébrale est assez rarement décrite.

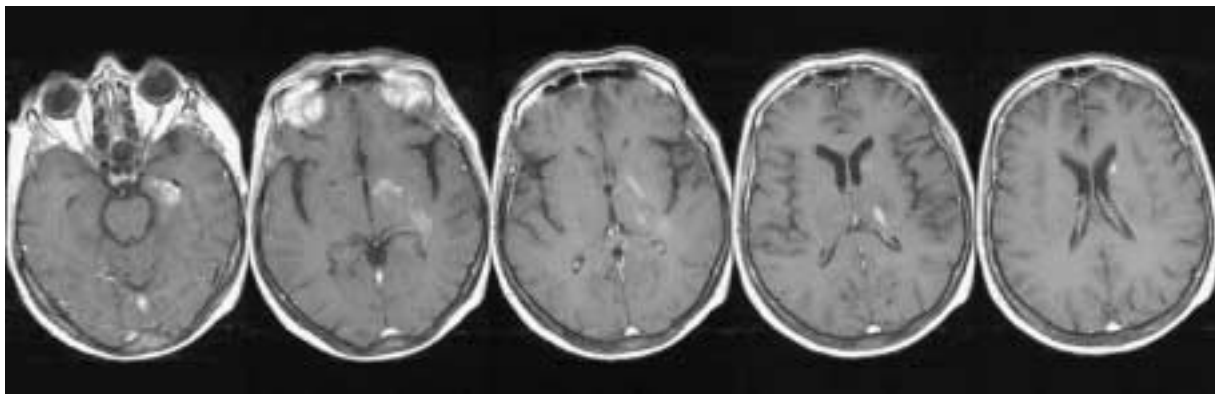
Membre fantôme après lésion cérébrale

La première observation remonte à Bechterev en 1926 [7] qui décrit sous le terme de pseudo-poly-miélie, le cas d'un patient avec une hémiplegie gauche qui développe la conviction délirante qu'il a deux mains gauches, trois têtes et six pieds.

Dans les cas où il existe une pathologie centrale, le terme de membre fantôme est utilisé lorsque le patient perçoit un membre supplémentaire, d'où le terme de membre fantôme surnuméraire. Cela implique que lorsqu'il y a perception erronée du membre réel, le fantôme ait une posture distincte de celui-ci.

Il est également important de ne pas confondre le phénomène du membre fantôme surnuméraire avec d'autres manifestations proches et parfois associées telles que la somatoparaphrénie, l'illusion de disparition ou de transformation de parties du corps (micro- et macrosomatognosie), ou encore les phénomènes d'inclusion de corps étrangers au corps propre. En ce qui concerne les mouvements illusoires d'un membre, la distinction semble plus difficile et il n'y a pas de consensus entre les auteurs. Pour certains, le patient qui présente une anosognosie de son hémiplegie et qui déclare bouger son bras lorsqu'on lui demande d'exécuter un mouvement, confabule (croyance délirante) [8, 9]. Pour d'autres, le patient expérimente une illusion kinesthésique basée sur une modification de son expérience perceptive. Pour les auteurs qui maintiennent cette position, les mouvements illusoires d'un membre sont des phénomènes fantômes [4, 10–12]. Au sein des phénomènes fantômes après lésion cérébrale, nous proposons de retenir la distinction entre le *membre fantôme surnuméraire* et la *réduplication de parties du corps* [13]. Les patients qui présentent le désordre désigné sous le terme de membre fantôme surnuméraire sont clairement conscients qu'ils n'ont pas effectivement de membre supplémentaire bien qu'ils le «ressentent». Il s'agit donc, comme c'est le cas pour le membre fantôme des amputés, d'une illusion ou même d'une hallucinose. Ce type de membre fantôme peut être associé à des lésions centrales mais aussi à des atteintes situées

Figure 1 IRM à 20 jours: T₁-Gadolinium.



La lésion se trouve dans le territoire de l'artère choroïdienne antérieure gauche et concerne le lobe temporal médian, le bras postérieur et la partie rétro-lenticulaire de la capsule interne, le thalamus latéral, une partie du pallidum et du putamen et la partie postérieure de la couronne rayonnante. La lésion touchant la tête du noyau caudé est probablement due à l'implication de l'artère récurrente de Heubner.

ailleurs sur le système nerveux, par exemple au niveau des nerfs périphériques ou de la moelle épinière. Dans les cas d'atteinte centrale qui nous intéressent ici, la lésion, qui peut être relativement limitée dans sa taille, peut siéger dans l'hémisphère droit ou dans l'hémisphère gauche, au niveau cortical ou sous-cortical. L'installation de l'illusion n'est pas forcément immédiate et elle peut être persistante. Le phénomène n'est pas associé à un état confusionnel ni à une atteinte du jugement. Le membre dupliqué est toujours celui qui est concerné par l'atteinte du système nerveux.

Dans le cas de la réduplication de partie du corps, l'implication cérébrale est constante, la lésion étendue, soudaine, impliquant le cortex de l'hémisphère droit, en particulier le lobe pariétal. Il s'agit d'un phénomène aigu et limité dans le temps qui régresse avec l'amélioration de l'état de conscience. Ce genre de délire ou d'hallucination est en effet toujours associé à un certain degré de confusion et le délire dépasse souvent l'expérience corporelle, incluant par exemple d'autres phénomènes de réduplication, comme la réduplication de lieux. Le nombre de membres supplémentaires peut être important, variable et concerner un membre ou une partie du corps qui ne sont pas affectés par la lésion centrale, même si ils sont systématiquement dysfonctionnels. Dans le cas du membre fantôme surnuméraire, il y a une modification claire des expériences sensorielles et/ou motrices. Le patient possède des capacités d'inférence, de raisonnement et de jugement correctes qui s'exercent sur des données perceptives modifiées. Dans le cas de la réduplication des parties du corps, il peut y avoir ou non modification des expériences sensorielles et motrices (ce qui n'est souvent pas facile à déterminer), mais les expé-

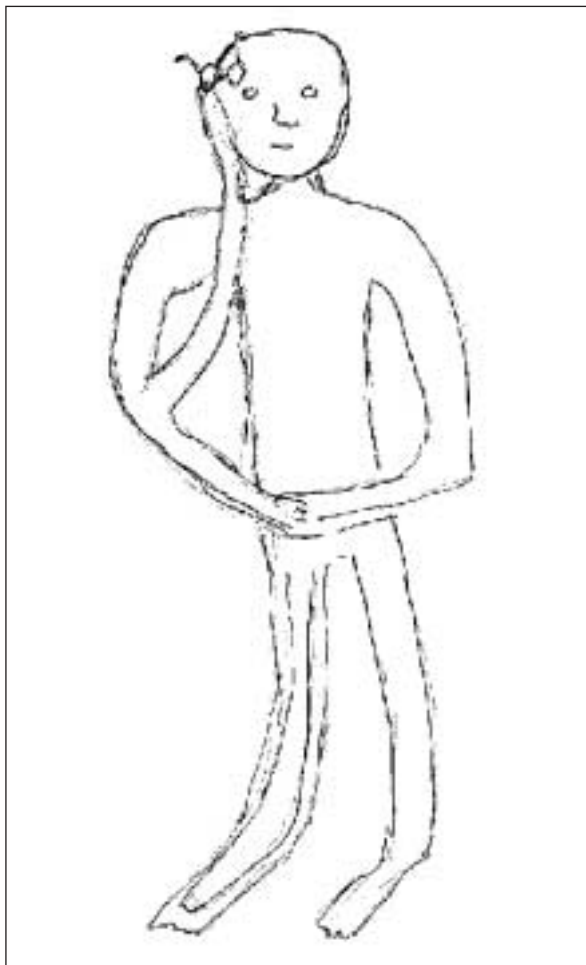
riences sensorielles inhabituelles ne sont pas la marque distinctive du délire qui est essentiellement constituée par les inférences déviantes effectuées par le patient.

Etude de cas

Madame M, patiente de 70 ans, ambidextre, vendeuse retraitée est admise dans notre unité vasculaire en avril 2001. Sur le plan clinique, elle présente un syndrome de Horner gauche, une hémianopsie latérale homonyme droite, une dyschromatopsie, une déviation du regard vers la droite et une paralysie du regard vers la gauche ainsi qu'un hémisindrome sensitivo-moteur droit complet. Sur le plan neurocomportemental, on relève une aphasia modérée de type sous-cortical caractérisée par une réduction de la fluence du langage, des difficultés articulatoires, un manque du mot, d'occasionnelles paraphrasies phonémiques et sémantiques contrastant avec des capacités de répétition et de compréhension conservées, une hémignégligence droite et un phénomène de somatoparaphrénie. Relevons que la patiente est alors pleinement orientée, il n'y a pas d'élément de confusion, ni d'idées délirantes.

Madame M est connue pour une hypertension et une fibrillation auriculaire chronique. Le Doppler et l'angio-CT révèlent une occlusion de l'artère carotide interne gauche alors que l'IRM (fig. 1) effectuée à distance de l'événement aigu montre une lésion ischémique dans le territoire de l'artère choroïdienne antérieure gauche concernant le lobe temporal médian, le bras postérieur et la partie rétro-lenticulaire de la capsule interne, le thalamus latéral, une partie du pallidum et du putamen et la partie postérieure de la couronne

Figure 2 Dessin réalisé par la patiente qui s'est représentée en train de saisir ses lunettes avec son membre surnuméraire.



rayonnante. La lésion touchant la tête du noyau caudé est probablement due à l'implication de l'artère récurrente de Heubner.

Evaluation en phase chronique

Lorsque nous revoyons la patiente, 7 mois après l'AVC, elle présente toujours une hémianopsie latérale homonyme droite, une hémiparésie, une hémihypoesthésie et une atteinte proprioceptive sévères, qui prédominent au niveau du membre supérieur. Sur le plan neuropsychologique et comportemental, on relève de discrètes séquelles de l'aphasie atypique, essentiellement sous la forme d'un manque du mot et de quelques paraphrasies phonémiques et sémantiques qui sont dans la règle auto-correctées. Par ailleurs, on note la persistance d'une négligence droite, des difficultés de spatialisations à l'écriture et au calcul, des troubles praxiques constructifs essentiellement en lien avec les problèmes de négligence. Attirons l'attention du lecteur sur ce tableau mixte d'atteinte langagière et de signes de dysfonction typique de l'hémisphère mineur chez une patiente qui est ambi-

dextre et chez laquelle on a pu montrer, lors de l'imagerie fonctionnelle, une activation bilatérale des aires langagières, prédominante au niveau de l'hémisphère droit.

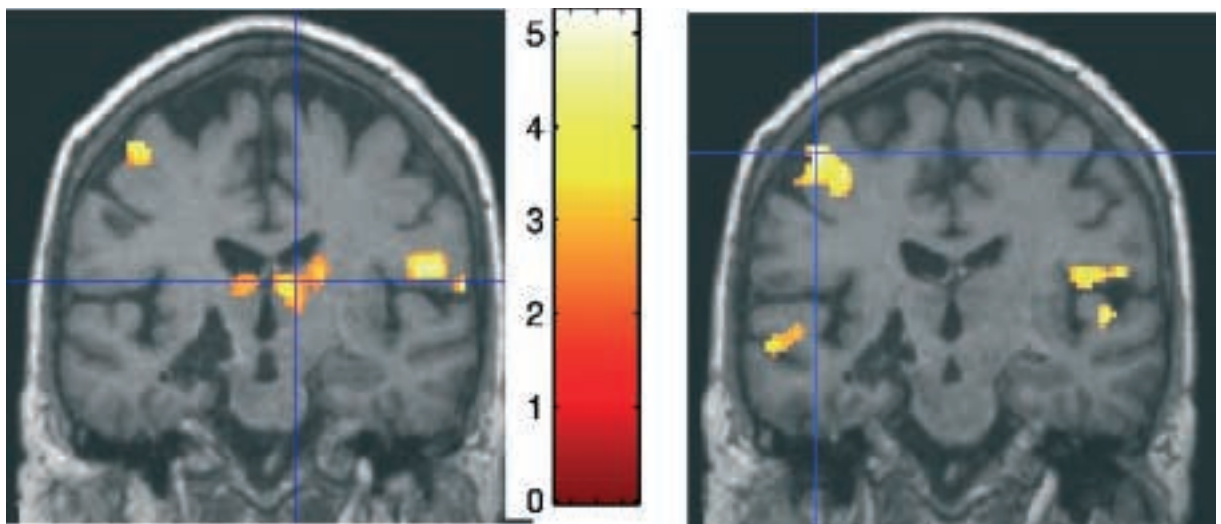
Phénomène de membre fantôme surnuméraire

Madame M rapporte la présence d'un phénomène de membres fantômes surnuméraires, concernant le bras et la jambe parétiques, qui s'est développé quelques semaines après sa sortie de l'hôpital alors qu'elle se trouvait dans un centre de rééducation, et qui est inchangé depuis lors (voire fig. 2 pour un autoportrait figurant les membres surnuméraires). Le bras surnuméraire est un bras normal et entier, qui est implanté sur le membre parétique au niveau du coude. La patiente peut sentir le fantôme mais non le voir. La caractéristique la plus frappante du phénomène est son caractère kinesthésique et son association étroite avec l'intention. L'illusion est en effet déclenchée par l'intention de bouger le bras parétique où par une action volontaire du bras sain mais uniquement lorsque la tâche requière la participation des deux mains. Lors de mouvements passifs ou en l'absence de mouvement, le bras surnuméraire n'existe pas. De façon assez surprenante ou inhabituelle, le fait de regarder le bras parétique ou de lui appliquer une stimulation tactile ou douloureuse reste sans effet sur l'illusion. Madame M est pleinement consciente de la nature irréelle du phénomène mais elle est fréquemment induite en erreur par une phénoménologie illusoire très proche de l'expérience somatosensorielle d'un mouvement effectif. Il lui arrive par exemple de lâcher les lunettes qu'elle avait «saisi» avec son membre fantôme ou de devoir retourner vers le lavabo afin d'interrompre le flux du robinet qu'elle avait préalablement «fermé» avec sa main surnuméraire. En ce qui concerne la jambe, l'illusion est essentiellement vive pour sa partie inférieure, du genou jusqu'au pied. Le phénomène est également déclenché par toute action intentionnelle. Etant donné le manque de diversité des mouvements impliquant les membres inférieurs qui sont réduits à quelques exercices de déambulation, nous avons focalisé notre attention sur le bras surnuméraire.

Membre fantôme surnuméraire kinesthésique et modèles cognitifs du contrôle moteur

Comment est-il possible que notre patiente ressente un mouvement dans un membre qui est paralysé?

Figure 3 IRM fonctionnelle.



La comparaison des signaux obtenus dans la condition mouvement de la main fantôme (à gauche) versus mouvement imaginaire de la main parétique (à droite) montre une activation massive et bilatérale au niveau du thalamus (et plus particulièrement des noyaux moteurs ventro-latéral et ventral antérieur) et du noyau caudé dans la condition «fantôme». Rappelons que le noyau caudé gauche a été lésé par l'AVC.

La question cruciale à laquelle il faut tout d'abord répondre, c'est de savoir à quel moment la conscience du mouvement émerge lorsque l'on génère une action. Les célèbres travaux de Libet et al. (1983) ont montré que le début de l'activité cérébrale (readiness potential) précède de plusieurs centaines de millisecondes le moment où le sujet éprouve l'intention consciente de vouloir bouger alors que le sujet est conscient d'initier un mouvement environ 80 millisecondes avant que le mouvement réel ne débute [14]. Ces différences temporelles permettent de lier dans la conscience l'intention d'agir et les conséquences de l'action planifiée, lien dont découle le sentiment d'être l'agent causal du mouvement. Ce sentiment est basé sur des processus qui précèdent le mouvement et qui traduisent l'intention en action [15–18]. Selon les modèles du contrôle moteur [19, 20], la gestion adéquate et efficace des actions dirigées vers un but (volontaires) dépend de représentations internes des états réels, désirés et prédits de nos membres, ainsi que de l'environnement. Étant donné que la conscience d'initier un mouvement précède le mouvement réel et a fortiori tout feedback sensoriel sur la position effective des membres, la conscience d'initier le mouvement doit logiquement dépendre d'un système de prédiction. Chaque fois que le sujet veut faire quelque chose et qu'une commande motrice est délivrée par son cerveau, une copie éfférente de cette commande motrice est produite en parallèle. En se basant sur cette copie, les prédicteurs vont pouvoir estimer les conséquences sensorielles du mouvement qui va suivre avant de la comparer au feedback sensoriel réel (réafférences sensorielles du mouvement).

Chez notre patiente, et ce malgré la paralysie, les commandes motrices peuvent encore être délivrées et conduire à la prédiction de mouvements. Nous suggérons que la concordance entre le mouvement désiré et le mouvement prédit qui ne peut être démentie par le feedback sensoriel (en raison des troubles massifs de la sensibilité) conduit à l'illusion de mouvement et de membre surnuméraire. En principe, on s'attendrait à ce que la divergence entre l'état prédit et l'état réel conduise à une mise à jour des prédicteurs et donc à la perte de l'illusion. La patiente, qui est pleinement consciente et dont le jugement est bon, s'aperçoit en effet qu'aucun mouvement ne suit son intention de bouger, ce qu'elle vérifie essentiellement par le biais de la vue. Nous pensons que la mise à jour des prédicteurs n'a pas lieu parce que les erreurs des entrées sensorielles ne peuvent être analysées en raison de l'interruption des afférences thalamiques par la lésion vasculaire, hypothèse qui est supportée par le fait que l'illusion ne disparaît pas lorsque la patiente regarde son bras ou lorsqu'on lui applique une stimulation douloureuse ou tactile.

Corrélat hémodynamiques d'un membre surnuméraire kinesthésique

Nous avons utilisé un paradigme moteur simple consistant en mouvement séquentiel des doigts pour explorer, à l'aide de l'IRM fonctionnelle, les corrélats hémodynamiques de l'illusion de notre patiente. La comparaison des signaux obtenus dans la condition «mouvement de la main fantôme» vs

«mouvement imaginaire de la main parétique» a montré une activation bilatérale accrue au niveau du thalamus (et plus particulièrement des noyaux moteurs ventro-latéral et ventral antérieur) et du noyau caudé dans la condition «fantôme» (fig. 3). Cette activation d'une boucle ganglions de la base-thalamus-cortex lors de mouvements virtuels du membre fantôme surnuméraire pourrait constituer le corrélat hémodynamique de l'illusion de notre patiente. Le réseau thalamocortical est un système complexe qui est largement dévolu à la production de représentations internes de la réalité. Il est capable de fonctionner en présence ou en absence de stimulations sensorielles externes, une large portion des connections thalamo-corticales étant destinées à une activité «réafférente» (réentrante) [21]. Ce fonctionnement en circuit fermé est effectif durant le rêve et l'imagination, lorsque le sujet construit son monde perceptif sur la base de prédictions sensorielles. Dans le cas de notre patiente, nous pensons que le réseau thalamo-cortical ne peut plus que fonctionner de façon anormale, en boucle fermée, en raison de l'interruption des inputs sensoriels au niveau du thalamus. Par ailleurs, l'intégrité du système de prédiction permettrait la constitution d'une représentation interne fantôme de la position du bras, basée sur des signaux «endogènes».

Conclusion

Le cas exceptionnel de cette patiente qui présente un membre fantôme surnuméraire kinesthésique à la suite d'un AVC nous montre qu'un tel phénomène peut se développer et persister après une lésion purement sous-corticale. Par ailleurs, il souligne la contribution majeure du système moteur dans la conscience immédiate que nous avons de notre corps. Il montre en effet qu'il est possible de ressentir un mouvement non exécuté car compromis par une paralysie, pour autant qu'une représentation des conséquences prédites de l'action puisse être générée. Une telle représentation peut être formée tant que les commandes motrices reflétant l'action désirée sont envoyées vers les effecteurs et que le système de prédiction déduit, sur la base d'une copie efférente de ces commandes motrices, les conséquences sensorielles attendues du mouvement qui va suivre. L'échec à enregistrer la discordance entre les conséquences prédites et réelles du mouvement, chez notre patiente lié à l'interruption des afférences sensorielles au niveau du thalamus, empêche un démenti de la prédiction et la perte de l'illusion de mouvement qui lui est associée.

Références

- 1 Ey H. Les hallucinations corporelles. In: *Traité des hallucinations*, tome 1. Paris: Masson et Cie; 1973. p. 265–325.
- 2 Head H, Holmes G. Sensory disturbances from cerebral lesions. *Brain* 1911;12;34:102–254.
- 3 Babinski J. Contribution à l'étude des troubles mentaux dans l'hémiplégie organique (anosognosie). *Rev Neurol* 1914;27:845–8.
- 4 Gerstmann J. Problem of imperception of disease and of impaired body territories with organic lesions. *Arch Neurol Psychiatry* 1942;48:890–913.
- 5 Critchley M. *The Parietal Lobes*. London: E. Arnold and Co; 1953.
- 6 Ramachandran VS, Hirstein W. The perception of phantom limbs. The D.O. Hebb lecture. *Brain* 1998;121:1603–30.
- 7 Bechterev VM. Partial cortical and subcortical paralysis of psychoreflexive functions. *Obozr Psikhiat I Nevrol* 1926:31–41.
- 8 Feinberg TE. Anosognosia and confabulation. In: Feinberg TE, Farah M, editors. *Behavioral Neurology and Neuropsychology*. New York: McGraw-Hill; 1997. p. 369–90.
- 9 Feinberg TE, Roane DM, Ali J. Illusory limb movements in anosognosia for hemiplegia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2000;68:511–3.
- 10 Fredericks JAM. Disorders of the body schema. In: Fredericks JAM, editor. *Handbook of Clinical Neurology*. North Holland, Amsterdam: Elsevier Science; 1985. p. 373–93.
- 11 Bakheit AM. Illusory movements of the paralysed upper limb in stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2000;69:837.
- 12 Grossi D, Di Cesare G, Tamburro RP. On the syndrome of the 'spare limb': one case. *Percept Mot Skills* 2002;94:476–8.
- 13 Weinstein EA, Kahn RL, Malitz S, Rozanski J. Delusional reduplication of parts of the body. *Brain* 1954;77:45–60.
- 14 Libet B, Gleason CA, Wright EW, Pearl DK. Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness-potential). The unconscious initiation of a freely voluntary act. *Brain* 1983;106:623–42.
- 15 Fournier P, Jeannerod M. Limited conscious monitoring of motor performance in normal subjects. *Neuropsychologia* 1998;36:1133–40.
- 16 Haggard P, Magno E. Localising awareness of action with transcranial magnetic stimulation. *Exp Brain Res* 1999;127:102–7.
- 17 Haggard P, Clark S, Kalogeris J. Voluntary action and conscious awareness. *Nat Neurosci* 2002;5:382–5.
- 18 Marcel AJ. The sense of agency: awareness and ownership of actions and intentions. In: Roessler J, Eilan N, editors. *Agency and Self-Awareness: Issues in Philosophy and Psychology*. Oxford: Clarendon Press; 2003. p. 48–94.
- 19 Wolpert DM, Ghahramani Z, Jordan MI. An internal model for sensorimotor integration. *Science* 1995;269:1880–2.
- 20 Frith CD, Blackmore SJ, Wolpert DM. Abnormalities in the awareness and control of action. *Phil Trans R Soc Lond* 2000;355:1771–88.
- 21 Llinas RR, Pare D. Of dreaming and wakefulness. *Neuroscience* 1991;44:521–35.