Article

EXOSQUELETTE & NEUROPLASTICITÉ

Remettre le système nerveux en mouvement pour reconstruire la marche

Par Mouna Ghédira
Docteure en neurosciences

LA NEUROPLASTICITÉ

Le système nerveux peut apprendre à nouveau

Réapprendre à marcher après une atteinte neurologique ne consiste pas uniquement à renforcer les muscles. Il s'agit surtout de réentraîner le cerveau et le système nerveux à produire, coordonner et automatiser un mouvement complexe. C'est dans cette perspective que les exosquelettes robotisés prennent tout leur intérêt en neurorééducation.

Après une lésion du système nerveux central, les réseaux nerveux qui contrôlent la marche peuvent être altérés. Mais le système nerveux possède une capacité remarquable : la neuroplasticité. Il peut modifier son organisation et ses connexions en réponse à l'expérience, à l'entraînement, à la contrainte et à la répétition.
La rééducation neurologique cherche précisément à exploiter cette capacité. Les connaissances actuelles en apprentissage moteur montrent que la récupération est favorisée lorsque le patient est exposé à un entraînement **intensif, répétitif, spécifique de la tâche et suffisamment actif.**
Pour la marche, cela signifie une chose essentielle : **il faut marcher, et marcher suffisamment, pour réapprendre à marcher.**

C'est précisément là que l'exosquelette prend tout son sens.
Chez un patient présentant une faiblesse importante, des troubles de l'équilibre ou une mauvaise coordination, marcher suffisamment longtemps et avec une qualité de mouvement satisfaisante peut être extrêmement difficile.
L'exosquelette permet alors de rendre possible ce qui serait autrement très difficile. Un exosquelette robotisé permet **une marche en position verticale, sans nécessité de tenir des béquilles ou des barres parallèles.** Il accompagne les mouvements des membres inférieurs et permet au patient de réaliser de nombreuses répétitions du cycle de marche dans un environnement sécurisé.

Cette répétition est particulièrement intéressante du point de vue de la neuroplasticité : elle fournit au système nerveux une succession importante d'informations **motrices, sensorielles et proprioceptives** associées à la marche.

Le patient ne travaille donc pas seulement ses muscles. Il travaille également la **coordination entre le cerveau, la moelle épinière, les muscles et les systèmes sensoriels impliqués dans la marche.**



De la répétition à l'apprentissage moteur

La recherche sur la rééducation robotisée confirme progressivement l'intérêt de cette approche. Une méta-analyse portant sur 13 essais et 492 patients présentant des troubles de la marche suite à un AVC, a montré que l'entraînement avec exosquelette pouvait améliorer davantage la vitesse de marche et l'équilibre que l'entraînement conventionnel de même durée.
Des bénéfices ont également été observés sur la mobilité et l'endurance lors du suivi.
Une autre méta-analyse regroupant 20 essais randomisés et 758 participants a également trouvé un bénéfice de la rééducation avec exosquelette robotisé « overground » sur la capacité de marche et la vitesse de marche.

Plus important encore pour comprendre le lien avec la neuroplasticité, certaines recherches utilisant l'imagerie cérébrale et des techniques neurophysiologiques ont observé des **modifications de l'activité des régions cérébrales impliquées dans le contrôle moteur** après un entraînement robotisé de la marche.
Dans un essai randomisé chez des personnes présentant une hémiparésie après un AVC, l'entraînement robotisé a notamment été associé à une augmentation de l'activation du cortex sensorimoteur, du cortex prémoteur et de l'aire motrice supplémentaire du côté atteint.

Une revue systématique publiée en 2026, portant spécifiquement sur les modifications neuroplastiques associées aux technologies robotiques de rééducation des membres inférieurs, rapporte également des données convergentes provenant de l'EEG, de la spectroscopie proche infrarouge fonctionnelle (fNIRS) et de la stimulation magnétique transcrânienne, suggérant des changements de l'activation corticale, de la connectivité fonctionnelle et de l'excitabilité corticospinale.

Et l'exosquelette dans tout cela ?

Dans une étude, 40 personnes présentant une hémiparésie après un AVC et des difficultés importantes à marcher ont réalisé cinq séances d'entraînement avec Atalante en trois semaines. Les chercheurs ont observé des améliorations significatives de la capacité de marche, de la vitesse de marche, de la distance parcourue et de l'équilibre. Ces résultats sont importants car ils montrent qu'un nombre relativement limité de séances peut s'accompagner de changements mesurables sur plusieurs dimensions fonctionnelles de la marche.

Une nouvelle façon de concevoir la rééducation

L'intérêt majeur de l'exosquelette n'est donc pas simplement de « faire marcher » une personne qui ne peut pas marcher seule. Son potentiel est plus profond : **Permettre au patient de pratiquer suffisamment tôt, suffisamment souvent et suffisamment longtemps un mouvement fonctionnel qu'il aurait autrement du mal à réaliser.**

Chaque pas représente alors une opportunité d'apprentissage.
Chaque répétition fournit au système nerveux des informations sensorielles et motrices.
Chaque séance peut contribuer à renforcer les stratégies motrices efficaces.

L'exosquelette devient ainsi un outil permettant d'exploiter les mécanismes fondamentaux de l'apprentissage moteur et de la neuroplasticité.
Il ne remplace pas le thérapeute : il lui donne au contraire un moyen supplémentaire de proposer au patient une pratique intensive, répétitive, progressive et mesurable.
Vers une rééducation plus intensive et plus personnalisée
La véritable force de cette technologie réside donc dans l'association patient + thérapeute + exosquelette. L'objectif n'est pas de laisser le robot marcher à la place du patient, mais de créer les conditions permettant au patient de **participer activement à un maximum de cycles de marche de qualité,** avec un niveau d'assistance adapté à ses capacités.
C'est cette combinaison entre intensité, répétition, spécificité de la tâche, participation active et progression qui fait de la robotique un outil particulièrement prometteur de la neurorééducation moderne.
L'Exosquelette ne promet pas de remplacer la plasticité du cerveau : il permet de mieux l'exploiter.
Et c'est probablement là que réside l'une des principales raisons de l'intérêt croissant des exosquelettes robotisés dans la rééducation neurologique.

Mouna Ghédira
Docteure en neurosciences