

# Effet de l'entraînement en puissance et en perturbation de l'équilibre sur la récupération fonctionnelle suite à une lésion médullaire : une étude de cas

Aubry J<sup>1</sup>, Lanoue A<sup>1</sup>, Leclerc M<sup>1</sup>, Maltais-Schiettekatte J<sup>1</sup> & Pion CH<sup>1,2</sup>, Barthélemy D<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Programme de physiothérapie, École de réadaptation, Université de Montréal,

<sup>2</sup>Institut universitaire en réadaptation physique de Montréal, Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation



## INTRODUCTION

- Les lésions médullaires figurent parmi les blessures les plus dévastatrices en raison de l'ampleur des séquelles sensorimotrices qu'elles peuvent induire chez les individus et de l'incapacité du système nerveux central à se régénérer suite à la lésion.
- La grande prévalence des chutes chez les blessés médullaires ASIA D est un phénomène souvent rapporté dans la littérature (Brotherton et al., 2007; Lemay et al., 2013).
- Les conséquences d'une chute peuvent être considérables auprès de cette clientèle déjà vulnérable notamment en raison de l'ostéoporose induite par une LM. On observe chez ces patients une diminution de l'équilibre, de la vitesse de réaction et de la force au niveau des membres inférieurs par rapport à des sujets contrôles (Brotherton et al., 2007; Jayaraman et al., 2006; Musselman et al., 2018; Harkena et al., 2012; Thigpen et al., 2009).
- Les séquelles sensorimotrices limitent l'équilibre chez cette clientèle, malgré leur réadaptation, obligeant certains individus à utiliser une aide technique à la marche, malgré leur potentiel d'ambulation fonctionnelle.

## OBJECTIFS

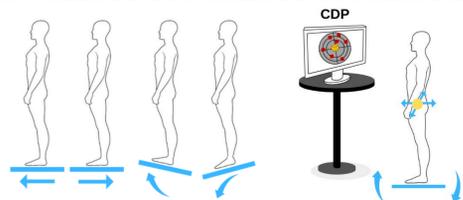
- Déterminer l'efficacité d'une approche mixte de renforcement musculaire et d'entraînement en perturbation pour améliorer l'équilibre chez la clientèle LMi.

## MÉTHODES

Un homme tétraplégique (32 ans, ASIA D, niveau T5, 6,3 ans post-lésion) a suivi un programme d'entraînement mixte comprenant un entraînement de l'équilibre basé sur les perturbations et l'atteinte de cibles avec le centre de pression (CDP; section C) ainsi qu'un renforcement isométrique en puissance des muscles fléchisseurs dorsaux (FD) et plantaires (FP) bilatéraux (section B) à raison de 3 fois/semaine, pendant 4 semaines. La collecte de données (sections B,C,D) a été effectuée avant (T0), immédiatement après (T1) et 1 mois après l'entraînement (T2). Pour s'assurer de l'éligibilité du sujet considérant le phénomène d'ostéoporose induite, la densité minérale osseuse a été mesurée préalablement aux interventions (section A).

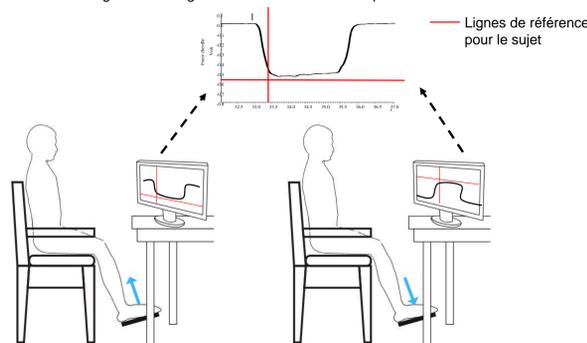
### Entraînement en perturbation d'équilibre

Figure 1 : Translation avant/arrière et inclinaison avant/arrière et atteinte de cibles avec le CDP



### Entraînement en puissance musculaire

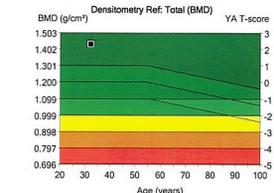
Figure 2 : Configuration de l'installation de la pédale de force



## RÉSULTATS

### A Densité osseuse

Figure 3 : Densité minérale osseuse globale



- La densité minérale osseuse globale et au genou du participant sont supérieures ou égales au seuil de fragilité

Tableau 1 : Densité minérale osseuse détaillée aux membres inférieurs

	Site	Marqueur	DMO (g/cm <sup>2</sup> )
MI G	Plateau tibial	#1	0,971
	Plateau fémoral	#2	1,579
	Fémur distal	#3	1,017
MI D	Tibia proximal	#4	0,967
	Fémur distal	#5	0,776
	Tibia proximal	#6	0,998

Tableau 2 : Densité minérale osseuse globale aux membres inférieurs

Région	DMO (g/cm <sup>2</sup> )	Score t
MI G	1,422	-
MI D	1,505	-
Totale	1,435	2,3

### B Entraînement en puissance musculaire

Figure 4 : Courbe de force en dorsiflexion G à T0

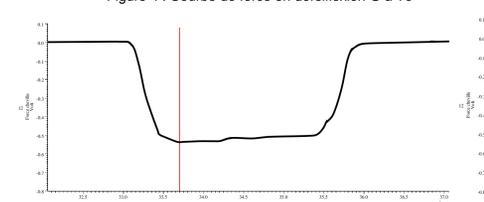
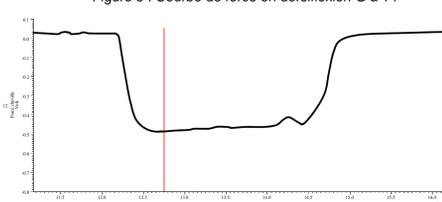


Figure 5 : Courbe de force en dorsiflexion G à T1



- La force musculaire et la pente de vitesse de contraction ont été améliorées (D plus que G)

Tableau 3 : Valeurs de pente et force maximale

Pente	T0	T1	T2
FDG	-1,56	-2,32	-1,23
FPG	6,40	6,88	7,33
FDD	-1,77	-2,44	-2,36
FPD	3,40	5,99	5,40
Force max (V)	T0	T1	T2
FDG	0,53	0,51	0,56
FPG	2,35	2,57	2,45
FDD	0,59	0,67	0,59
FPD	2,25	2,65	2,67

### C Entraînement en perturbation d'équilibre

Figure 6 : Réponse EMG muscle TA G et D en inclinaison arrière

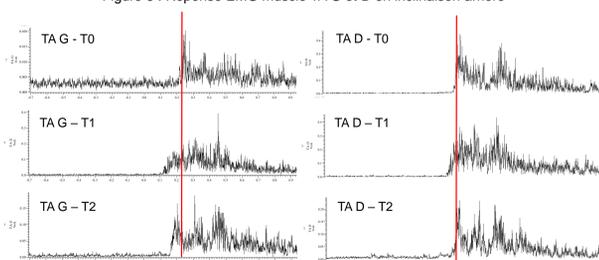


Tableau 4 : Temps de réaction musculaire du muscle tibial antérieur en inclinaison arrière

Inclinaison arrière	T0	T1	T2
TA D	141,5	104	127
TA G	206,5	116	157
Norme <sup>9</sup>	113,5 ms ± 5 ms		

- Les réactions posturales au muscle tibial antérieur se sont améliorées à T1, et ce du côté droit et gauche.
- Les réponses de longues latences du muscle soléaire lors des perturbations avant correspondent aux valeurs des normes chez les sujets sains (139-170 ms) à T0, et ce du côté droit et gauche. Aucun changement n'a été observé au niveau de ce muscle.
- L'entraînement ne semble pas avoir eu d'impact sur l'amélioration de l'excursion du CDP lors des perturbations.
- Pour le graphique de l'excursion il semble y avoir un plus grand débalancement en médiolatéral (axe des X) en perturbation vers l'arrière que vers l'avant, elle semble donc la plus perturbante

### D Évaluation fonctionnelle

Figure 7 : Déplacements du CDP

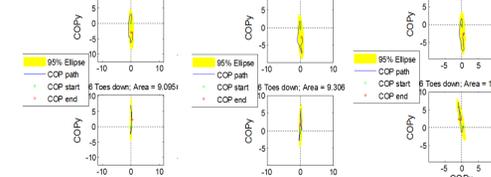


Tableau 5 : Valeurs de l'excursion et de l'aire des déplacements du CDP

Inclinaison arrière	T0	T1	T2	Norme <sup>9</sup>
Excursion (cm)	18,65	18,60	19,37	25,41 ± 2,62
Aire (cm <sup>2</sup> )	18,76	17,41	16,29	17,98 ± 3,43
Inclinaison avant	T0	T1	T2	Norme <sup>9</sup>
Excursion (cm)	18,42	21,32	18,34	19,71 ± 1,33
Aire (cm <sup>2</sup> )	9,095	9,306	13,45	15,83 ± 0,72

### D Évaluation fonctionnelle

Tableau 6 : Résultat des tests cliniques

Tests cliniques	T0	T1	T2
Proprioception (score sur 10)	G:10 D:10	G:10 D:10	G:10 D:10
Force maximale flexion plantaire (V)	G: 2,35 D: 2,24	G: 2,57 (+10%) D: 2,65 (+18%)	G: 2,45 (+5%) D: 2,67 (+18%)
Force maximale dorsiflexion (V)	G: 0,53 D: 0,59	G: 0,51 (-4%) D: 0,67 (+14%)	G: 0,56 (+5%) D: 0,59 (+0%)
Vitesse de marche max sur 10m (s)	4.69	4.72	4.63
Mini Best Test (score sur 28)	27	28	28

- L'entraînement semble générer une augmentation de la force et une légère amélioration de l'équilibre, mais aucun changement sur la vitesse de marche.

## DISCUSSION

- Dans cette étude de cas, les densités minérales osseuses globale et au genou du participant sont supérieures ou égales au seuil de fragilité. On peut supposer que les résultats seraient semblables chez une clientèle ayant une atteinte similaire et que le renforcement musculaire en puissance isométrique est une modalité sécuritaire à utiliser chez ce patient.
- La force a connu une amélioration plus marquée à droite et la vitesse de contraction musculaire s'est améliorée bilatéralement. L'amélioration plus marquée à droite pourrait être due à la fonction initiale plus optimale des mécanismes neuronaux de ce côté.
- La sensibilité des tests cliniques actuellement utilisés avec cette clientèle ne permet pas de déceler les changements subtiles au niveau de l'équilibre, de la force ainsi que de l'intégration sensorimotrice qui ont été mesurés en laboratoire.
- Les gains de faible amplitude chez ce sujet pourraient s'expliquer par une intensité et une dose d'entraînement sous-optimales. En effet, les études démontrent plutôt que les effets favorables sur la neuroplasticité surviennent lorsque la durée de l'entraînement est d'au moins une heure par jour (Harvey et al., 2009).
- Parallèlement à ces mesures, l'évaluation de la neuroplasticité chez ce patient a été effectuée (TMS, GVS), mais les résultats sont encore en cours d'analyse. Ces résultats permettront de mieux comprendre les changements qui ont eu lieu chez ce patient en cours d'entraînement.
- Il est à noter que le sujet présentait peu de limitations fonctionnelles initialement. Cela a donc pu influencer l'ampleur des résultats obtenus à la suite du programme d'entraînement mixte en renforcement isométrique et en perturbation de l'équilibre.

## CONCLUSION

Ces données préliminaires suggèrent qu'un programme d'entraînement mixte pourrait améliorer l'équilibre des personnes ayant une LMi. La poursuite de l'étude permettra de préciser l'ampleur de l'effet de l'entraînement en perturbation de l'équilibre et en puissance isométrique sur les mécanismes d'intégration sensori-motrice et de plasticité impliqués afin d'évaluer la pertinence de l'utilisation de cette méthode d'entraînement auprès de la clientèle blessée médullaire ASIA D.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions Mme Youstina Mikhail, M. Mehdi El Meftah, l'Université de Montréal ainsi que l'Institut universitaire en réadaptation physique de Montréal.

## RÉFÉRENCES

- Brotherton SS, Krause JS, Nietert PJ. Falls in individuals with incomplete spinal cord injury. Spinal Cord. 2007;45:37-40.
- Diener HC, Dichgans J, Bootz F, Bacher M. Early stabilization of human posture after a sudden disturbance: influence of rate and amplitude of displacement. Exp Brain Res (1984) 56:126-134.
- Harvey, R. Improving Poststroke Recovery: Neuroplasticity and Task-Oriented Training. Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine. 2009;11:251-259.
- Jayaraman A, Thompson CK, Rymer WZ, Hornby TG. Short-term maximal-intensity resistance training increases volitional function and strength in chronic incomplete spinal cord injury: a pilot study. Neurology section. 2013; 37:112-117.
- Lemay, J.F., et al., Influence of visual inputs on quasi-static standing postural steadiness in individuals with spinal cord injury. Gait & Posture. 2013; 38(2): 357-60.
- Lorenz D, Datta S, Harkema S. Longitudinal Patterns of Functional Recovery in Patients With Incomplete Spinal Cord Injury Receiving Activity-Based Rehabilitation. Arch Phys Med Rehabil. 2012;93:1541-1552.
- Musselman K, Arnold, C, Pujol, C, Lynd, K, Oosman, S. Falls, mobility, and physical activity after spinal cord injury: an exploratory study using photo-elicitation interviewing. Spinal Cord Series and Cases. 2018;4:39.
- Nadone A, Sillotto R, Grasso M, Schieppati M. Influence of Aging on Leg Muscle Reflex Responses to Stance Perturbation. Arch Phys Med Rehabil Vol 76, February 1995.
- Pion et al., en préparation.
- Thigpen TM, Cauraugh J, Creel G, Day K Flynn S, Fritz S, Frost S, Respass R, Gardner-Smith P, Brack M, Behrman A. Adaptations of postural responses during different standing perturbation conditions in individuals with incomplete spinal cord injury. Gait & Posture. 2009; 29:113-118.