

Université de Montréal

**Évaluation des facteurs influençant l'évolution clinique et
l'utilisation des ressources au cours de l'hospitalisation aigue
suivant une tétraplégie traumatique et leurs impacts sur la
récupération fonctionnelle six mois post-lésion**

par Andréane Richard-Denis, MD

École de réadaptation

Faculté de médecine

Mémoire présenté

en vue de l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.)

en Sciences biomédicales

Option générale

Juillet 2016

© Andréane Richard-Denis, 2016

Résumé

Introduction et objectifs : La survenue d'une lésion médullaire (LM) causant une tétraplégie est un événement tragique entraînant des conséquences dévastatrices sur la vie des individus et des coûts faramineux pour notre système de santé. Les individus qui subissent une LM traumatique avec tétraplégie nécessitent en général plusieurs semaines d'hospitalisation en centre de soins aigus où ils seront particulièrement à risque de complications médicales. Alors que des facteurs reliés au traumatisme initial ou au patient sont reconnus pour déterminer leur évolution clinique, l'impact de la gestion péri-opératoire suivant une LM parmi ces facteurs est encore imprécis. Ainsi, l'objectif principal de ce travail est d'identifier les facteurs influençant le déroulement de la phase d'hospitalisation aigue, en terme d'évolution clinique et d'utilisation de ressources hospitalières, suivant une tétraplégie aigue. Ensuite, afin de déterminer leur pertinence clinique à long terme, le second objectif de ce projet consiste à déterminer si ceux-ci ont également un impact sur la récupération fonctionnelle six mois post lésion.

Méthodologie et résultats : Une étude rétrospective basée sur une banque de données prospective collectée dans un centre de traumatologie tertiaire, ainsi qu'une étude prospective prédictive ont été complétées. En plus de différents facteurs sociodémographiques et reliés au traumatisme initial (non-modifiables), une admission précoce en centre de soins spécialisés et la diminution de la survenue de complications représente des facteurs importants modifiables qui améliorent l'évolution clinique et l'utilisation de ressources en phase d'hospitalisation aigue. Une gestion chirurgicale et péri-opératoire spécialisée dans un centre pour LM influence significativement le cours de l'hospitalisation aigue en améliorant différents paramètres cliniques, de même qu'en diminuant les coûts et la durée de séjour en soins aigus chez les patients tétraplégiques. La survenue de complications médicales et l'augmentation du délai de séjour en soins aigus sont des facteurs prédictifs de récupération fonctionnelle sous-optimale six mois post-lésion.

Conclusions: Le déroulement de l'hospitalisation aigue peut influencer l'évolution clinique des patients tétraplégiques et l'utilisation des ressources de notre système de santé. Mais également, le déroulement de l'hospitalisation peut avoir un impact significatif sur la récupération fonctionnelle plus de six mois post lésion. Une gestion péri-opératoire et chirurgicale précoce en centres de soins spécialisés en LM est fortement suggérée suivant une tétraplégie traumatique aigue, afin d'optimiser l'évolution clinique et le transfert des patients en réadaptation fonctionnelle intensive pour ainsi optimiser leur récupération fonctionnelle. Ceci pourrait également significativement diminuer la charge économique sur notre système de santé.

Retombées : En soulevant l'importance d'une gestion optimale en soins aigus, cette étude permet d'appuyer les recommandations actuelles, de faible niveau, suggérant le transfert rapide de patients avec LM en centre spécialisés. Une gestion hospitalière aigue centrée vers la prévention des complications médicales et la récupération neuro-fonctionnelle doit être mise en place le plus tôt possible suivant une LM et particulièrement suivant une tétraplégie. Ce travail permettra ainsi de justifier l'élaboration de projets subséquents qui permettront d'élaborer des protocoles de gestion clinique et administratif plus précis, pour mieux encadrer et définir l'importance des centres de soins aigus spécialisés, et pour favoriser le transfert de connaissances en centres non spécialisés.

Mots-clés : lésion médullaire; centres spécialisés; utilisation de ressources; récupération fonctionnelle; traumatisme.

Abstract

Introduction and objectives: The occurrence of a spinal cord injury (SCI) causing tetraplegia is a tragic event leading to devastating consequences on the life of individuals and huge costs to our healthcare system. Individuals who experience a traumatic SCI (TSCI) with tetraplegia require several weeks of hospitalisation in an acute care center where they are at risk of various medical complications. While factors related to the initial trauma or to the patient's baseline characteristics are recognized to determine their clinical outcome, the impact of the perioperative management following a TSCI is still unclear. Thus, the main objective of this study is to identify factors influencing the course of acute care hospitalization in terms of clinical outcome and use of hospital resources following acute tetraplegia. Then, in order to determine clinical relevance of these factors in longer-term outcome of patients, the second objective of this project is to determine if these factors also have an impact on the functional recovery six months post injury.

Methods and results: A retrospective cohort study in a single level-1 trauma center specialized in SCI care, and a predictive prospective study were completed. Early admission to a specialized SCI center and a decreased incidence of medical complications during acute care hospitalization were found to significantly improve clinical outcomes and decrease resource utilization during acute care. Higher occurrence of medical complications and longer acute care length of stay were significant predictors of lower functional recovery (as measured by the Spinal Cord Independence Measure six-months post injury).

Conclusions: Optimization of acute care hospitalization in a specialized center may improve clinical outcomes and decrease hospital resource utilization following acute tetraplegia and thereby have a positive impact on the 6-month functional recovery. Early admission and complete perioperative management in a specialized SCI center is thus recommended following tetraplegia. This could also reduce the economic burden on our healthcare system.

Clinical applications and future directions: By highlighting the importance of high-quality care following acute SCI, this study supports current recommendations suggesting prompt transfer to a specialized acute care center following tetraplegia. Acute care management focussing on the early prevention of medical complications and optimization of recovery should be provided as early as possible following tetraplegia. Future projects working towards development of precise clinical and administrative protocols for acute SCI care will help to better regulate and define the importance of specialized centers, and to promote knowledge transfer.

Keywords: Spinal cord injury; specialized centers; resources utilization; clinical outcomes; functional recovery.

Table des matières

| | |
|--|-------------|
| Résumé | i |
| Abstract..... | iii |
| Table des matières..... | v |
| Liste des tableaux..... | viii |
| Liste des figures | ix |
| Liste des sigles..... | x |
| Liste des abréviations | xi |
| Remerciements | xii |
| CHAPITRE 1: PROBLÉMATIQUE..... | 1 |
| 1.1. Introduction et objectifs généraux..... | 1 |
| CHAPITRE 2: REVUE DE LA LITTÉRATURE ET LACUNES | 4 |
| 2.1. La lésion médullaire..... | 4 |
| 2.1.1. La moelle épinière | 4 |
| 2.1.2. Le traumatisme médullaire | 6 |
| 2.1.3. Classification des lésions médullaires | 7 |
| 2.1.4. Incidence, prévalence et conséquences économiques..... | 9 |
| 2.2. Prise en charge hospitalière..... | 10 |
| 2.2.1. Conséquences neurophysiologiques et manifestations cliniques | 10 |
| 2.2.2. Complications secondaires..... | 14 |
| 2.2.3. Blessures traumatiques souvent associées | 15 |
| 2.2.4. Mesures thérapeutiques et neuro-protection | 16 |
| 2.2.5. Évolution clinique et récupération neuro-fonctionnelle | 18 |
| 2.2.6. Centres de soins aigus spécialisés | 20 |
| 2.2.7. Processus de réadaptation et réintégration communautaire..... | 22 |
| 2.3. Facteurs influençant l'utilisation des ressources hospitalières, la survenue de complications médicales et la récupération fonctionnelle | 25 |

| | |
|---|------------------------------------|
| 2.3.1. Facteurs reliés au patient..... | 25 |
| 2.3.2. Facteurs reliés au traumatisme | 27 |
| 2.3.3. Facteurs reliés au déroulement de l'hospitalisation aigue | 29 |
| 2.3.4. Facteurs reliés administratifs..... | 32 |
| 2.3.5. Lacunes..... | Erreur ! Signet non défini. |
| CHAPITRE 3: OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES | 36 |
| 3.1. Hypothèses | 36 |
| 3.2. Objectifs spécifiques | 37 |
| CHAPITRE 4: MÉTHODOLOGIE..... | 38 |
| 4.1. Devis de recherche..... | 38 |
| 4.2. Approbations | 38 |
| 4.3. Population à l'étude (critère d'inclusion et d'exclusions) | 39 |
| 4.4. Collecte de données | 40 |
| 4.5. Analyse de données | 41 |
| CHAPITRE 5: RÉSULTATS..... | 43 |
| THE IMPACT OF COMPLETE ACUTE CARE MANAGEMENT IN A SPECIALIZED SCI- CENTER ON THE OCCURRENCE OF MEDICAL COMPLICATIONS AND RESOURCES UTILIZATION FOLLOWING TETRAPLEGIA | 44 |
| Abstract..... | 46 |
| Introduction | 48 |
| Methods | 49 |
| Results | 55 |
| Discussion | 57 |
| Conclusions..... | 62 |
| References | 62 |
| Tables | 68 |
| 5.2 Résultats complémentaires | 74 |
| 5.2.1. L'impact des centres spécialisés sur les issues respiratoires chez les patients tétraplégiques complets | 74 |
| 5.2.2. Tableaux 1 et 2 | 75 |

| | |
|---|------------------------------------|
| ACUTE CARE HOSPITALIZATION FACTORS ASSOCIATED WITH FUNCTIONAL RECOVERY SIX MONTHS FOLLOWING TRAUMATIC SPINAL CORD INJURY | 78 |
| Abstract..... | 79 |
| Introduction..... | 80 |
| Methods | 82 |
| Results..... | 84 |
| Discussion | 85 |
| Conclusions..... | 89 |
| References | 89 |
| Tables and figure | 94 |
| CHAPITRE 6: DISCUSSION..... | 98 |
| 6.1. Rappel des objectifs..... | 98 |
| 6.2. Résumé des résultats..... | 98 |
| 6.3. Prise en charge péri opératoire en centre de soins aigus spécialisés..... | 99 |
| 6.4. Facteurs modifiables influençant le déroulement des soins aigus | 103 |
| 6.5. L'influence du déroulement de l'hospitalisation aigue sur le statut fonctionnel six mois post lésion | 105 |
| 6.6. Limitations | 108 |
| 6.7. Applications cliniques et directions futures | 109 |
| Conclusion | 112 |
| Bibliographie | 113 |
| ANNEXE A: Spinal Cord Independence measure (SCIM)..... | Erreur ! Signet non défini. |
| ANNEXE B: Formulaire de consentement (article 2) | Erreur ! Signet non défini. |
| ANNEXE C: American Spinal Injury Association Impairment Scale..... | iii |

Liste des tableaux

| | |
|---|-----------|
| Tableau I: Échelle de sévérité ASIA | 8 |
| Tableau II : Muscles du système respiratoire | 12 |
| Tableau III : Définition du type de centre de soins péri opératoire..... | 41 |

Liste des figures

| | |
|---|-----------|
| Figure 1 : Principaux myotomes..... | 4 |
| Figure 2 : Dermatomes | 5 |
| Figure 3 : Anatomie du système nerveux autonome | 6 |
| Figure 4 : Processus de lésion médullaire primaire et secondaire et importance des facteurs locaux et systémiques lors de la prise en charge préopératoire | 11 |
| Figure 5 : Évolution du pointage moteur suivant une LM complète (AIS-A) au cours des deux premières années suivant l'accident..... | 19 |
| Figure 6 : Taux de récupération motrice en fonction du nombre de mois post lésion | 20 |
| Figure 7 : Processus de réadaptation en quatre phases suivant une LMT dans l'Ouest du Québec..... | 23 |
| Figure 8: Relation entre la survenue de complications médicales et la durée d'hospitalisation en soins aigus | 29 |

Liste des sigles

| | |
|-----------|---|
| LM : | Lésion médullaire |
| LMT : | Lésion médullaire traumatique |
| CAD : | Dollars canadien |
| ASIA : | American Spinal Injury Association |
| AIS : | ASIA Impairment Scale |
| TCC : | Traumatisme crânio-cérébral |
| MSSS : | Ministère de la Santé et services sociaux |
| HSCM : | Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal |
| CEBMOQ : | Centre d'expertise pour les personnes blessées médullaires de l'Ouest du Québec |
| IRGLM : | Institut de réadaptation Gingras-Lindsay de Montréal |
| RFI : | Réadaptation fonctionnelle intensive |
| CHSLD : | Centre d'hébergement et soins de longue durée |
| HRPO : | Human Research Protection Office |
| USAMRMC : | US Army Medical Research and Material Command |
| RAMQ : | Régie de l'assurance maladie du Québec |
| SCIM : | Spinal Cord Independence Measure |
| FIM : | Functional Independence Measure |
| SARM : | Staphylocoque Aureus résistant à la Méricilline |
| ERV : | Entérocoques résistants à la Vancomycine |

Liste des abréviations

Etc. : Et cætera

Remerciements

Je tiens à remercier sincèrement Debbie Feldman, directrice du présent travail, qui avec sa grande disponibilité, ses connaissances et sa rigueur a grandement contribué à l'accomplissement de ce projet. Je tiens à la remercier tout spécialement pour sa compréhension et j'espère pouvoir continuer de bénéficier de son enseignement et évoluer en recherche et analyse statistique.

Un merci particulier à Cynthia Thompson, pour sa rigueur, sa disponibilité et son soutien tant au point de vue scientifique que moral.

Merci évidemment à Jean-Marc Mac-Thiong pour son inspiration, son soutien et sa rigueur scientifique. Ses nombreuses réflexions et son apport m'ont permis de passer de l'idée originale au projet présenté.

Un grand merci au Programme MENTOR, de l'Instituts de recherche en santé du Canada pour son précieux soutien financier et son appui, dès les premiers balbutiements de ce projet. Merci au Dr. Labelle pour son soutien en tant que parrain de ce projet. Finalement, merci au centre de recherche de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal également pour son précieux soutien.

Pour mes enfants qui m'ont accompagné dès la grossesse au cours de ce travail et mon amour qui m'a guidé sur cette voie. Merci à ma famille et à ma belle-famille pour leur grand soutien et leur compréhension.

CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE

1.1. Introduction et objectifs généraux

Chaque année, plus de 1700 accidents entraînant une lésion médullaire traumatique (LMT) surviennent au Canada.¹ Il est estimé que plus de 85,000 canadiens vivent avec une lésion médullaire (LM).^{1,2} Plus particulièrement au Québec, on rapporte une incidence de 22 cas par millions d'habitants par année.³ Parmi tous les traumatismes rapportés au Canada, les lésions médullaires (LM) représentent une cause importante d'incapacité permanente.⁴

En effet, la survenue d'une lésion du système nerveux central telle qu'une LMT peut entraîner des conséquences dévastatrices tant au niveau physique, fonctionnel que psychosocial et ce, à long terme. Les LMT représentent également un fardeau économique important, alors que les coûts imputables à la première année suivant une LMT sont estimés à plus de 120,000 dollars canadiens (CAD), dont plus de 24,000 CAD sont attribuables à l'hospitalisation aigue.^{3, 5, 6}

L'hospitalisation aigue suivant une LM représente une période importante. En effet, c'est à ce moment que la prise en charge médicale d'urgence immédiatement après le traumatisme a lieu. Cette période comprend donc la stabilisation médicale, l'évaluation de l'étendue de la blessure neurologique ainsi que la mise en place de mesures thérapeutiques. Lorsque le patient est stabilisé, le processus de réadaptation est également débuté. La durée moyenne d'hospitalisation en soins aigus au Canada suivant une LMT est de 30 jours, mais celle-ci dépend de la sévérité et du niveau lésionnel.² Ainsi, les individus avec une LMT complète et/ou une tétraplégique seront hospitalisés pour une plus longue période, car non seulement ces conditions sont associées à des dysfonctions multi systémiques importantes requérant une prise en charge complexe, mais ceux-ci sont également très vulnérables aux complications médicales additionnelles. Afin d'assurer une gestion médicale optimale des LMT, les centres de soins aigus en LM ont été créés au cours de la Deuxième Guerre mondiale.⁷

À ce jour au Canada, près de 20% des patients ne seront jamais gérés dans ce type de centre de soins aigus.² À la suite de l'hospitalisation aigue, près de 80% des individus seront ensuite transférés en centre de réadaptation fonctionnelle intensive pour entamer leur réintégration en communauté.²

Plusieurs facteurs sont reconnus pour influencer l'évolution clinique des patients à court et long terme. Le grade de sévérité initial de la LMT figure comme étant le plus important.⁸⁻¹¹ Le niveau neurologique ainsi que le nombre et la sévérité des blessures associées sont également reconnus.^{11, 12} Toutefois, il s'agit bien de facteurs reliés au traumatisme et donc non-modifiables. Certains facteurs modifiables, tel qu'une chirurgie précoce^{6, 13-15}, la survenue de complications médicales^{15, 16} et une admission rapide en centre de soins spécialisés^{7, 17, 18} ont également été suggérés comme pouvant influencer l'issue clinique des patients et l'utilisation des ressources en soins aigus. En particulier, les centres de soins aigus spécialisés mettent généralement en place plusieurs mesures, en terme de gestion clinique et administrative, ayant une influence positive sur l'évolution clinique du patient.⁷ Toutefois, l'impact réel des centres de soins spécialisés en LM demeure imprécis, surtout dans le contexte actuel où les hôpitaux non spécialisés en LM offrent une multitude de services de soins de qualité dans différentes sous-spécialités médicales et chirurgicales. Finalement, quoique la récupération neuro-fonctionnelle des patients est plus importante au cours des premières semaines suivant la LMT, l'impact à long terme de facteurs relatifs à l'hospitalisation aigue demeure encore indéterminé.

Ainsi, le premier objectif de ce travail consiste à comparer l'issue clinique de patients tétraplégiques au cours de l'hospitalisation aigue suite à une prise en charge complète ou partielle en centre de soins aigus spécialisés. Ensuite, afin d'évaluer l'impact à plus long terme de facteurs influençant le déroulement de l'hospitalisation aigue, le deuxième objectif de ce travail consiste à évaluer l'association entre ces facteurs et la récupération fonctionnelle six mois post lésion. Pour chacun des deux articles, la candidate de ce mémoire est l'auteure principale et a contribué à 70 à 80% au design de l'étude, à l'analyse des données, à leur interprétation et a rédigé les articles. Les

directeur et co-directeur, Mme Feldman et Dr. Mac-Thiong de même que Mme Thompson, ont quant à eux participé à l'analyse et l'interprétation des données pour environ 20%. Les Drs. Albert (intensiviste spécialisé en LM) et Bourassa-Moreau (orthopédiste) ont apporté leurs connaissances cliniques respectives à l'un des articles présentés et ont révisé les propos avancés. Leur participation est estimée à environ 5-10%.

Le chapitre qui suit décrit la littérature concernant la LM, sa prise en charge ainsi que l'identification des facteurs qui influencent l'issue clinique des patients à court et plus long terme. Les objectifs détaillés et hypothèses sont décrits en chapitre 3, suivi d'une description de la méthodologie en chapitre 4. Les résultats sont présentés en chapitre 5 sous forme de deux articles et de résultats complémentaires. Le premier article aborde le premier objectif de ce travail, alors que le dernier article aborde le deuxième objectif. Les derniers chapitres couvrent la discussion et les conclusions de ce travail.

CHAPITRE 2 : REVUE DE LA LITTÉRATURE ET LACUNES

2.1. La lésion médullaire

2.1.1. La moelle épinière

La moelle épinière fait partie du système nerveux central qui se prolonge en dessous du tronc cérébral. Elle représente la structure qui fait le lien entre le cerveau et le reste du corps via le transport d'influx nerveux. Elle s'étend du foramen magnum jusqu'à la première ou deuxième vertèbre lombaire.¹⁹ Elle donne naissance à 8 paires de nerfs spinaux au niveau cervical, 12 en thoracique et 5 en lombaire et en sacré. Elle forme ensuite le cône médullaire à son extrémité caudale (conus medullaris).¹⁹ Chaque racine correspond à un territoire d'innervation sensitive et motrice spécifique tel qu'illustré en figure 1 et 2.

Figure 1 : Principaux myotomes

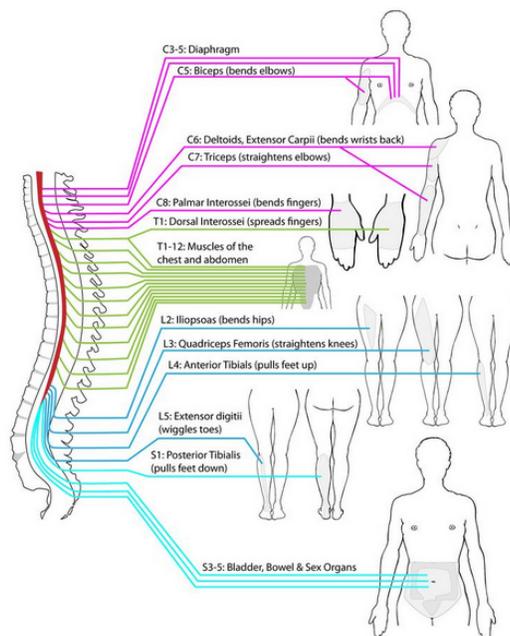


Figure tirée de Kinesiology : myotomes²⁰

Figure 2 : Dermatomes

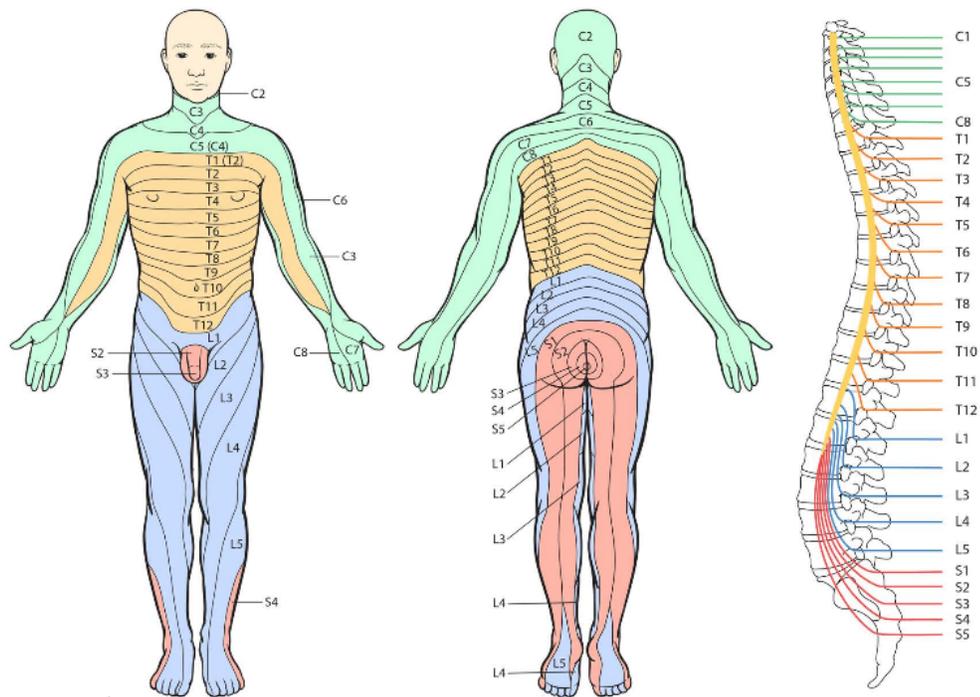


Figure tirée de Total life care : (<http://tlccrx.com/resources/printable-dermatome-chart/>)²¹

La moelle épinière donne également naissance au système nerveux autonome, responsable des fonctions non volontaires contrôlant notamment le muscle cardiaque, les muscles lisses et certaines glandes. Il est composé des systèmes parasympathique et sympathiques qui ont des effets complémentaires sur les organes. ¹⁹

Figure 3 : Anatomie du système nerveux autonome

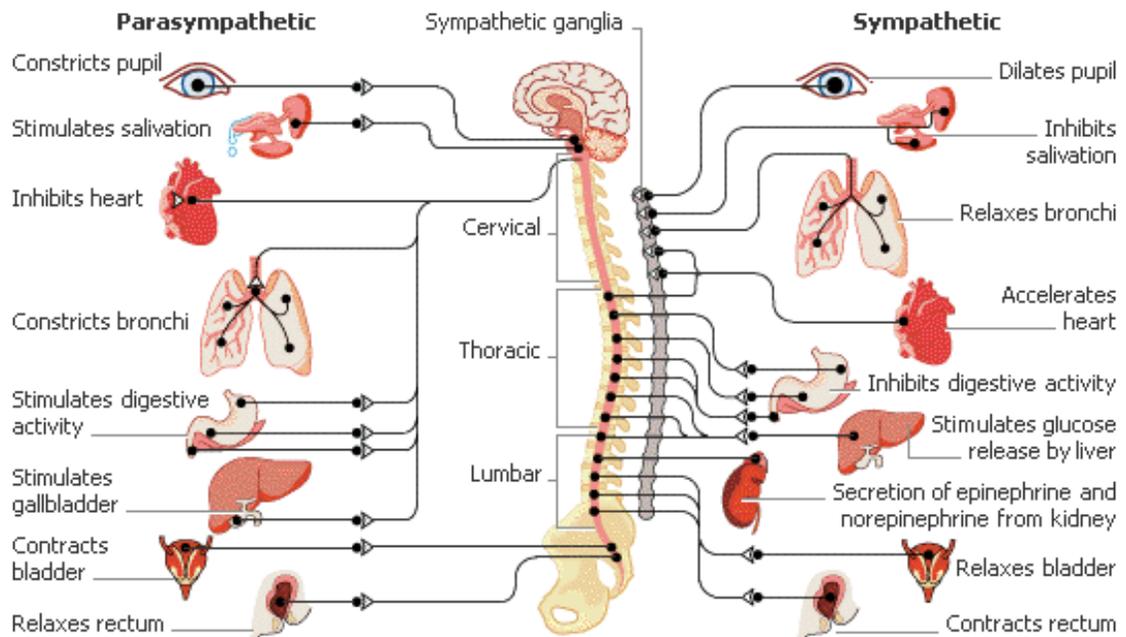


Figure tirée de General Look Medical Encyclopedia ²²

2.1.2. Le traumatisme médullaire

Le traumatisme médullaire (LMT) survient lorsque la moelle épinière est endommagée dans un contexte traumatique, résultant en une atteinte neurologique partielle ou complète.^{2, 9, 23}

Les traitements et interventions effectués suivant une lésion médullaire aiguë se basent sur les processus pathophysiologiques sous-jacents. Lorsqu'elle survient dans un contexte traumatique, elle se caractérise par un processus pathologique en deux temps, soit la lésion primaire et secondaire.^{19, 24} La lésion primaire consiste en l'application d'une force externe de quelque nature que se soit (compression dans le contexte d'une facture, trauma pénétrant, etc.) entraînant une lésion et un compromis vasculaire local.

La réaction inflammatoire et les cascades biochimiques qui s'en suivent correspondent à *la lésion secondaire* et peut s'échelonner sur plusieurs semaines.¹⁹ En effet, dès la survenue du mécanisme primaire traumatique sur la moelle épinière, les cellules inflammatoires apparaissent et entraînent peu à peu une toxicité neurale dans les heures qui suivent le traumatisme.²⁴ Dans les jours suivants, un processus d'apoptose s'installe et mène à la démyélinisation et une dégénération axonale sévère, ce qui entraîne des séquelles neurologiques permanentes.²⁴

2.1.3. Classification des lésions médullaires

Puisque chaque racine nerveuse issue de la moelle épinière apporte une information sensitive et motrice définie (Figures 2 et 3), il est possible par une évaluation clinique systématique, de déterminer le segment de la moelle épinière qui est affecté.²⁵

Une classification internationale a été établie dans les années 90 afin de faciliter l'évaluation clinique, les protocoles de recherche et de standardiser le vocabulaire chez toute personne travaillant dans le domaine des lésions médullaires.²⁵ Celle-ci correspond désormais à l'étalon d'or en matière d'évaluation suivant une lésion médullaire. Ainsi, l'échelle « American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale (AIS) » consiste à catégoriser l'atteinte neurologique des patients avec lésion médullaire selon l'identification du niveau et de la sévérité lésionnelle.^{9, 25, 26} Le niveau lésionnel correspond au segment le plus caudal avec fonctions sensitives et motrices préservées alors que le degré de sévérité est déterminé grâce à l'évaluation sensitive et motrice sous le niveau lésionnel incluant l'examen sacré.^{9, 25, 26} L'AIS est ainsi basée sur une échelle de cinq niveaux tels que décrits dans le tableau à la page suivante.

Tableau I : Échelle de sévérité ASIA (American Spinal Injury Association Impairment Scale)

| Grade de sévérité AIS | Description |
|-----------------------------------|--|
| A : Atteinte complète | Aucune préservation sensitivomotrice dans les segments sacrés (S4-S5) |
| B : Atteinte sensitive incomplète | Préservation sensitive sous-lésionnelle incluant les segments sacrés et aucune préservation motrice plus de trois niveaux sous le niveau moteur de part et d'autre du corps. |
| C : Atteinte motrice incomplète | Préservation motrice sous-lésionnelle pour lequel plus de la moitié des myotomes sous ce niveau présentent une force de moins de 3/5. |
| D : Atteinte motrice incomplète | Préservation motrice sous- lésionnelle pour laquelle au moins la moitié des muscles sous ce niveau présentent une force de grade 3 et plus. |
| E : Normal | Fonctions motrices et sensibles normales dans tous les segments chez un patient qui présentait des déficits préalablement |

L'évaluation est généralement notée sur un formulaire dédié, présenté en Annexe C. L'AIS (communément appelé en français « l'évaluation ASIA ») se désigne donc en terme de niveau et sévérité lésionnelle. Effectuée dans les 72h post lésion, elle permet d'estimer le pronostic neuro-fonctionnel à long terme, et ainsi aider à déterminer les besoins futurs en terme de réadaptation et de réintégration sociale.^{19, 27} Cette classification neurologique a été démontrée la plus fiable parmi d'autres systèmes de classification et a également démontré une excellente validité inter-évaluateur.^{19, 26}

2.1.4. Incidence, prévalence et conséquences économiques

En 2010, plus de 1,300 traumatismes avec lésion médullaire ont été rapportés au Canada¹. La prévalence était à ce moment estimée à plus de 85,000 personnes dont 51% était d'origine traumatique.¹ Alors que l'incidence des LMT est plus élevée chez les jeunes (15-29 ans), une récente étude effectuée au Québec a démontré un changement dans la démographie des patients avec LMT au cours des dix dernières années.³ Effectivement, cette étude a démontré qu'il y a une augmentation de la moyenne d'âge des patients admis avec LMT. En effet, la moyenne d'âge des patients a augmenté de 13 ans au cours de cette période.³ L'âge moyen des individus avec LM est de 49.6 ans en 2013 et plus de 79% des individus sont des hommes.² Les LM cervicales sont les plus fréquentes, comptant pour approximativement 60% des individus.² Les lésions incomplètes (AIS B à D) représentent environ 70% de cette population. Les mécanismes de blessures les plus fréquents sont les chutes (48,2%), les accidents de la route (29%) et reliés aux sports (13,2%).²

Une LMT a un impact majeur non seulement sur l'individu qui la subit, mais également sur les familles et la société en général. En plus des conséquences physiques et psychologiques, une LM a également un impact économique substantiel. Tout d'abord, par l'importance des soins de santé requis en milieu hospitalier et en réadaptation. Mais de plus, par l'importance des soins requis à long terme. Une LMT peut empêcher un retour à un travail rémunérateur ou un retour en communauté. Les coûts relatifs à l'hospitalisation initiale suivant une LM (incluant l'hospitalisation aiguë et la réadaptation) s'échelonnent de 42,000 à 160,000 CAN\$ par individu.²⁸ Par la suite, les coûts directs (frais hospitalier, équipement et adaptation du domicile, etc.) et indirects (reliés à la perte de revenus, comorbidité et mortalité prématurée) s'additionnent en phase chronique.²⁸ La médication et les hospitalisations subséquentes, les équipements et les modifications à apporter au véhicule routier et au domicile, de même que les soins à long terme sont quelques autres exemples de frais directs. La morbidité, l'invalidité et la mortalité précoce représentent des charges

économiques indirectes.²⁸ Ainsi, il est estimé que la survenue d'une LMT au Canada engendre des frais qui atteindront plus de 2,67 milliards de dollars canadiens.²⁸ La survenue d'une tétraplégie complète est associée aux coûts les plus élevés, puisque les limitations fonctionnelles les plus sévères y sont associées.¹¹

2.2. Prise en charge hospitalière

2.2.1. Conséquences neurophysiologiques et manifestations cliniques

Les processus neurophysiologiques sous-jacents à une lésion médullaire évoluent dans le temps, particulièrement dans la phase d'hospitalisation aiguë. Ainsi, une connaissance de ces processus et de l'évolution clinique des LM est essentielle afin de mieux diriger les soins prodigués au patient. On peut distinguer deux stades cliniques consécutifs qui se manifestent de façon progressive, surtout chez les patients avec LM sévère (AIS A, B et C) : le choc spinal et l'augmentation des réponses réflexes.^{19, 29} La première phase survient dès la survenue de la LMT et peut se maintenir tout au long de l'hospitalisation aiguë. Le stade dans lequel un patient se trouve influencera non seulement sa réponse clinique au traitement, mais le prédisposera à différentes complications et conditions secondaires.¹⁹

La période du choc spinal consiste en un phénomène transitoire secondaire à la blessure physiologique et anatomique de la moelle épinière qui résulte en la perte temporaire ou la dépression de l'activité réflexe spinale sous-lésionnelle.³⁰ Cliniquement, ceci se manifeste par une paralysie flasque, une aréflexie, ainsi qu'une abolition des activités réflexes autonomes sous-jacentes (paralysie flasque, paralysie vésicale et intestinale, arythmie, etc.). La pathogénèse du choc spinal demeure encore imprécise à ce jour. Il est toutefois présumé que la dépression subite de l'activité supra-spinale (perte de la facilitation centrale) par la LMT soit en cause.²⁹ Au cours du choc spinal, le patient est à haut risque de complications médicales particulières. Évidemment, plus la sévérité et plus le niveau lésionnel est élevé (en général au-dessus

de T5), plus le patient est à risque de dysfonction multi systémique secondairement aux altérations subites du système nerveux autonome.^{19, 26} Ainsi, un patient avec tétraplégie aiguë est à haut risque de choc neuronique (bradycardie, hypotension artérielle sévère) et d'insuffisance respiratoire qui doivent être adressés afin d'éviter un compromis cardio-respiratoire pouvant être délétère sur la récupération neurologique en plus de la survie du patient.^{19, 24} En effet, ceci peut aggraver le processus de lésion secondaire et donc l'ischémie et la mort cellulaire au niveau médullaire.^{24, 27, 31}

Figure 4 : Processus de lésion médullaire primaire et secondaire et importance des facteurs locaux et systémiques lors de la prise en charge préopératoire.

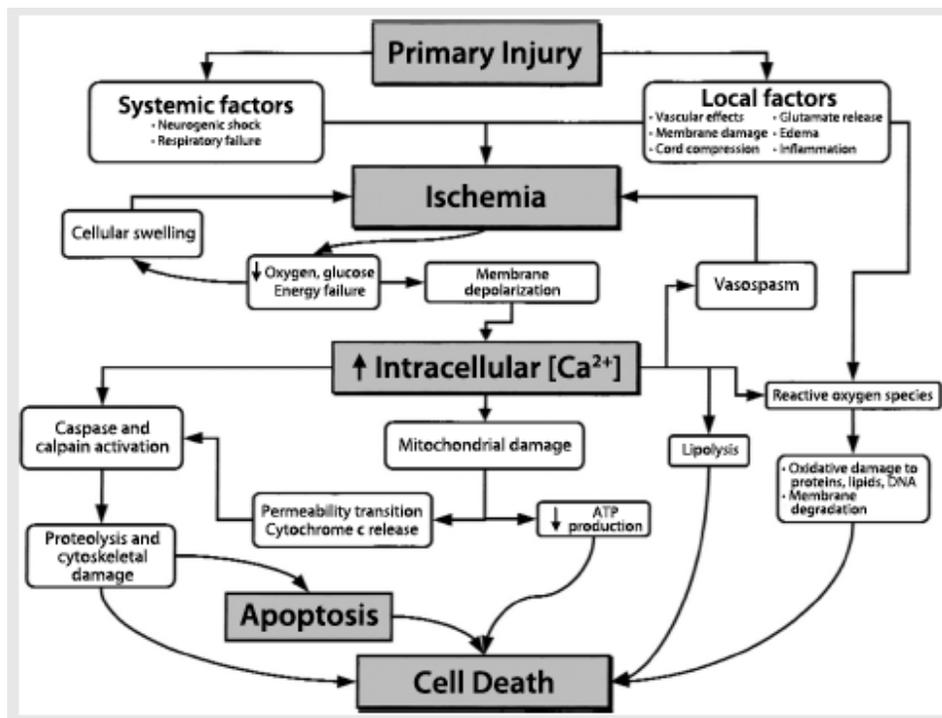


Figure tirée de Stein et al. 2015²⁴

En plus des risques de compromis cardio-respiratoire, les patients tétraplégiques sont également à haut risque de pneumonie, d'infection urinaire et de plaie de pression dès les premiers jours suivant l'accident.^{16, 19}

Tout d’abord, l’insuffisance respiratoire aiguë est en effet une complication fréquente pendant cette période. Près de 75% des patients tétraplégiques nécessiteront une intubation et un support respiratoire mécanique dans la première semaine suivant leur LMT.^{31, 32} Les complications respiratoires représentent les causes les plus importantes de mortalité et de morbidité suivant une LMT cervicale.³³ Celles-ci semblent découler de la dénervation des muscles de la respiration et plus particulièrement par la flaccidité de la paroi thoracique associée à la période du choc spinal.³²

Tableau II: Muscles du système respiratoire (inspiré de Stein et al 2004)²⁴

| Groupe musculaire | Fonction | Innervation |
|-----------------------------|---|-------------|
| Diaphragme | Muscle majeur de la respiration. Contraction durant l’inspiration et relaxation pendant l’expiration (passive) | C3 à C5 |
| Muscles intercostaux | Contraction des muscles intercostaux externes durant l’inspiration Contraction des muscles intercostaux internes pendant l’expiration Stabilisation de la cage thoracique | T1 à T11 |
| Muscles abdominaux | Essentiels pour toux efficace Contraction pendant l’expiration forcée | T6 à L1 |
| Muscles accessoires | Élévation de la cage thoracique et assistance à la respiration Apport inadéquat pour ventilation efficace de façon indépendante | C1 à C3 |

Un patient avec atteinte médullaire sévère au-dessus de C5 observe une diminution significative de la capacité vitale pulmonaire.^{19, 34} Un support par ventilation mécanique est généralement nécessaire dans ces cas et possiblement à long terme. Dans les cas de LM cervicale plus basse, même si l’innervation du diaphragme est théoriquement intacte, l’atteinte des autres muscles respiratoires induira tout de même

un syndrome restrictif et augmentera le risque de complications respiratoires.^{32, 34} Malgré la reprise des réflexes spinaux qui améliorera la tonicité de la paroi thoracique et conséquemment les paramètres respiratoires, les patients avec tétraplégie demeurent à haut risque de complications respiratoires. Elles représentent en fait de 40 à 80% des complications en cours de soins aigus suivant une LM.³⁵⁻³⁷ Le nombre et la sévérité des complications respiratoires contribuent de façon significative à la durée et aux coûts d'hospitalisation.^{36, 38} De cette façon, une surveillance accrue du système respiratoire, une admission aux soins intensifs et des soins proactifs vers la prévention des complications respiratoires sont primordiaux suivant une LM cervicale ou thoracique haute.^{27, 31}

Ensuite, une LMT est généralement associée à une dysfonction urinaire dès sa survenue et doit être prise en charge le plus tôt possible. La neurophysiologie vésicale se base sur un processus complexe coordonné par la moelle épinière via le système nerveux autonome et efférent.¹⁹ Toutefois, il existe des manifestations cliniques et neurophysiologiques distinctes au cours de la période aiguë et subaiguë suivant une LMT. Tout d'abord, dans le contexte du choc spinal, la vessie est dite « atone ou aréflexique » secondairement à la dépression des réflexes spinaux.¹⁹ Le muscle détrusor vésical est donc flasque et le patient se trouve généralement en rétention urinaire. Lors de la reprise des réflexes spinaux quelques semaines plus tard,³⁹ un phénomène d'hyperréactivité vésical survient, se manifestant plutôt par la présence d'incontinence urinaire et de résidus post mictionnels dans le contexte de contraction vésicale non inhibée.¹⁹ Ceci exclu toutefois évidemment les patients avec lésion du cône médullaire (conus medullaris) qui préserveront une vessie aréflexique à long terme selon la sévérité de leur atteinte.¹⁹

Il n'y a pas de consensus quant à la définition de l'émergence du choc spinal.^{19, 29} Peu s'accordent sur la façon de la déterminer. Selon Ditunno et al.,²⁹ la fin du choc spinal correspondrait à la reprise de l'activité réflexe au niveau sacré ce qui survient généralement plusieurs semaines après le trauma. Puisque cette période est associée à une reprise progressive de l'activité autonome sous lésionnelle et idéalement à un

processus de récupération neurologique, le tableau clinique se modifie.¹⁹ Cette évolution survient dans un contexte progressif d'hypersensibilisation neuronale et de réinnervation atonale dans les semaines suivant la LMT.²⁹

2.2.2. Complications secondaires

Les individus avec LMT sont très vulnérables aux complications médicales et leur survenue peut prolonger la durée d'hospitalisation, retarder la récupération et augmenter le taux de morbidité et de mortalité.^{15, 16, 18, 24, 40} L'hospitalisation aigue est une période particulièrement à risque de complications dans le contexte où les patients sont exposés à de multiples facteurs de risque. La présence de blessures traumatiques additionnelles, de chirurgies, d'instabilité médicale, le fait que le statut neurologique est au point le plus critique et l'immobilisation prolongée représentent tous des facteurs importants et particuliers à cette période. La tétraplégie représente un facteur prédictif significatif de complication médicale au cours de l'hospitalisation aigue comparativement aux patients paraplégiques.¹⁶

L'incidence des complications médicales en cours d'hospitalisation aigue rapportée dans la littérature varie de 20 à 84%.^{16, 35, 41} Elles surviennent dans les 2 premières semaines dans 80% des cas.³⁵ Cette grande variabilité dans l'incidence peut être expliquée par les différentes définitions et méthodes employées. Dans une étude prospective effectuée par Grossman et al. en 2012, près de 60% de tous les individus ont subi au moins une complication médicale au cours de leur séjour.³⁵ Selon une étude prospective qui avait pour objectif d'identifier les facteurs prédictifs cliniques de complications présents à l'admission suivant une LMT, 5 facteurs indépendants se sont révélés significatifs à l'issue d'études de régression multi variées : 1) l'âge avancé, 2) une LM plus sévère, 3) traumatisme avec haute énergie, 4) administration de corticostéroïdes, 5) présence de comorbidités.¹⁶ Dans une autre étude, cette fois par Bourassa-Moreau en 2013, la sévérité lésionnelle, la tétraplégie et un délai chirurgical

de moins de 24h se sont également révélés prédictifs de la survenue de complications médicales en soins aigus.¹⁴

Tel que discuté précédemment, les complications respiratoires sont les plus fréquentes et les plus dangereuses suivant une LMT.^{32, 35, 36} La pneumonie représente la complication respiratoire la plus fréquente (64,3% des complications respiratoires).³⁵ Tel qu'abordé précédemment, les patients avec LMT sont à haut risque d'infection urinaire de par la présence de résidus, et une gestion systématique des sphincters doit être apportée.⁴² L'incidence des infections urinaires atteint 20% lors de la phase de réadaptation aigue.^{14, 35, 42, 43}

Une autre complication importante suivant une LMT est la plaie de pression. Elle consiste en une lésion pouvant affecter la peau ou les tissus sous-cutanés se développant à la suite d'une pression continue au niveau des proéminences osseuses.¹⁹ Elle est rapportée dans près de 20 à 40% des patients au cours de l'hospitalisation aigue et environ 20% par la suite.^{44, 45} Un déficit nutritionnel, la présence de spasticité, de troubles sensitifs et d'incontinence (résultant en une humidité de la peau) représentent des facteurs de risque importants sans compter la présence de comorbidités (tabagisme, diabète, anémie, etc.).⁴⁴ Une de nos études suggère également que la prise en charge aigue dans un centre spécialisé permet de diminuer la prévalence des plaies au début de la phase de réadaptation fonctionnelle intensive. La survenue d'une plaie de pression peut mener à une hospitalisation plus longue, des délais de réadaptation, des infections graves et des chirurgies additionnelles.⁴⁵ La prévention passe tout d'abord par la qualité des soins infirmiers et de réadaptation et consiste essentiellement à diminuer les processus de pression, de friction, de macération et de dénutrition.⁴⁵

Finalement, d'autres complications médicales peuvent être rapportées suivant une LMT. On y retrouve les complications cardio-hématologiques (arythmie, anémie, coagulopathie, thrombophlébites), gastro-intestinales/rénale (rectorragies, iléus, hématurie, insuffisance rénale) et neuropsychologiques (dépression, délirium).

Toutefois, elles représentent moins de 20% des complications médicales rapportées en soins aigus, soit environ 15%, 8% et 7% respectivement.³⁵

2.2.3. Blessures traumatiques souvent associées

Une LMT est souvent associée à d'autres blessures traumatiques. En effet, les études rapportent que de 28 à 47% des patients avec LMT présenteront au moins une autre blessure traumatique.⁴⁶ Les traumatismes résultants de mécanismes par haute vitesse sont souvent en cause.⁴⁶ Les traumatismes crânio-cérébraux (TCC) (17-26%), les blessures au thorax (pneumothorax, hémithorax, contusions pulmonaires, etc.) (3-24%), et les fractures aux extrémités (23%) et de fractures au bassin (2%) sont les plus fréquentes.^{19, 46} Toutefois, leur distribution dépend souvent du niveau lésionnel global (cervical, thoracique/lombaire). En effet, alors que les TCC sont plus souvent retrouvés lors d'une blessure cervicale ou thoracique haute, les blessures thoraciques sont plus souvent retrouvés lors d'une LMT thoracique. La présence de multiples blessures traumatiques reflète souvent la sévérité du mécanisme lésionnel.⁴⁶ Ainsi, les individus avec de multiples blessures traumatiques souffrent d'une LMT plus sévère. Toutefois, pour une même sévérité lésionnelle de la LM, l'impact de la présence blessures traumatiques associées sur la récupération neuro-fonctionnelle demeure débattue.⁴⁷⁻⁴⁹

2.2.4. Mesures thérapeutiques et neuro-protection

Les mesures thérapeutiques suivant une LMT peuvent être divisées en mesures chirurgicales et non-chirurgicales. Celles-ci se basent sur les mécanismes pathophysiologiques impliqués lors d'une LMT (lésions primaire et secondaire, discutées en section 2.1.2). Malheureusement, quoique la recherche fondamentale soit abondante dans le but ultime d'améliorer le pronostic neuro-fonctionnel suivant une LMT, les mesures thérapeutiques suivant une LMT demeurent limitées.¹⁹

D'un point de vue non-chirurgical, plusieurs agents pharmacologiques ont été étudiés au cours des dernières années afin de limiter l'impact des cascades neurotoxiques et inflammatoires au niveau de la LM (lésion secondaire). L'administration de puissants agents anti-inflammatoires, tel que la méthylprednisolone intraveineuse a certainement été la plus étudiée.⁵⁰ Toutefois, la survenue de nombreuses complications médicales sévères ont poussé la majorité des centres spécialisés en lésion médullaire à abandonner cette pratique.⁵¹ À ce jour, aucun agent pharmacologique n'arrive à restaurer l'intégrité de la moelle épinière après une LMT.¹⁹ Plusieurs mesures médicales peuvent toutefois être effectuées afin d'éviter une détérioration neuro-fonctionnelle. En effet, un compromis cardio-respiratoire, hémodynamique ou une hyperglycémie peuvent aggraver le processus de mort cellulaire,^{24, 27} et ces paramètres doivent être contrôlés lors de la prise en charge aiguë d'une LMT traumatique.^{19, 24, 27}

D'un point de vue chirurgical, lorsque le patient est stabilisé et que le diagnostic de LM est établi, l'équipe de chirurgie spinale proposera un traitement qui permettra essentiellement de décompresser la moelle épinière, mais également de la stabiliser.¹⁹ Ceci permettra donc d'examiner les mécanismes de lésion primaire et secondaire. Avant que l'équipe chirurgicale procède, des consultations en anesthésiologie, en physiatrie et en soins intensifs sont à considérer afin d'optimiser la gestion pré-, intra- et post-opératoire dans le but de diminuer les complications secondaires.^{7, 27} Lorsque le traitement chirurgical est retenu, la procédure doit généralement être effectuée dans les 24 heures suivant le traumatisme, principalement pour limiter les lésions secondaires à la moelle épinière.^{13, 14, 52} L'impact du traitement chirurgical sur les issues cliniques du patient sera discuté en section 2.3.3.

2.2.5. Évolution clinique et récupération neuro-fonctionnelle

Afin d'optimiser la récupération neurologique et fonctionnelle, une meilleure connaissance de son évolution, de ses mécanismes et des facteurs qui l'influencent est essentielle. Cela permet également d'estimer le pronostic et ainsi optimiser la

communication avec le patient et ses proches, d'établir des objectifs de réadaptation réalistes et orienter les ressources hospitalières de façon efficace. Alors que la récupération neurologique fait appel à la reprise du fonctionnement neuronal, la récupération fonctionnelle désigne plutôt la mesure dans laquelle un individu est capable d'accomplir les activités associées à la routine de la vie quotidienne.⁵³ Elle peut donc permettre une estimation de l'assistance (en terme d'assistance humaine et/ou d'équipements techniques) qui sera nécessaire pour le patient afin d'atteindre le plus haut niveau d'autonomie possible.

Cette section vise à résumer l'évolution neurologique et fonctionnelle spontanée suivant une LM, alors que l'impact de différents facteurs sera discuté en section suivante. La plupart des individus avec LMT observeront une certaine amélioration de la fonction motrice sous le niveau lésionnel. Alors que la récupération est mitigée chez les patients avec LM motrice complète (AIS A et B), la récupération chez les individus avec lésion motrice incomplète (AIS C et D) est hautement variable et meilleure.¹⁹ En règle générale, la récupération spontanée est certainement influencée par l'évaluation neurologique initiale (examen ASIA).^{25, 26, 54}

Chez les patients avec lésion motrice complète (AIS A et B), la récupération spontanée survient la majeure partie du temps au niveau des zones sous-lésionnelles où il y a une certaine préservation motrice ou sensitive (zones de préservation partielle).^{9, 25} Toutefois, plus de 80% des patients avec LM complète (AIS-A) demeureront AIS-A un an plus tard, alors que 10% deviendront AIS-B et 10% regagneront une certaine fonction motrice sous-lésionnelle (AIS-C).⁵⁴ Le niveau lésionnel initial peut également avoir un impact sur la récupération, alors que le taux de conversion vers une LM incomplète est presque deux fois plus grand chez les patients tétraplégiques.⁵⁴ Le taux de conversion d'un individu avec LM de grade B (AIS-B) vers un grade de sévérité C est de 15-40% et de B à D de près de 40%. Finalement, les individus avec une lésion motrice incomplète de grade C (AIS-C) gagneront une fonction motrice majoritairement antigravitaire (AIS-D) dans plus de 60-80%.⁵⁴

Les études sont généralement consistantes concernant le rythme de récupération neurologique et fonctionnelle. La récupération est donc plus rapide dans les trois premiers mois, diminue significativement après six mois et atteint un plateau 12 à 18 mois après la LM.^{8, 54, 55} La figure qui suit illustre l'évolution typique de la récupération motrice (ASIA motor score) au cours des deux premières années suivant une LMT complète.

Figure 5 : Évolution du pointage moteur suivant une LM complète (AIS-A) au cours des deux premières années suivant l'accident

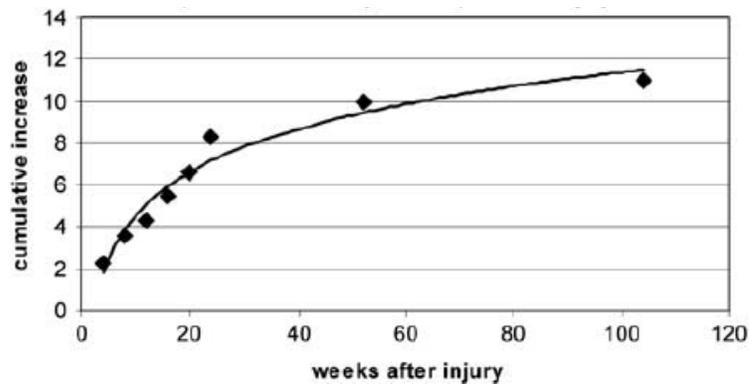


Figure tirée de Fawcett et al.⁵⁴

Le graphique suivant illustre plutôt le taux de récupération motrice observé (# de points moteur sur l'échelle ASIA récupéré par année) (axe des y) sur le nombre de mois suivant la LMT (axe des x) selon le niveau et la sévérité lésionnelle.⁵⁴ Celui-ci illustre bien l'amélioration importante notée au cours des neuf premiers mois pour les différentes catégories lésionnelles. De plus, on peut également noter que la récupération semble un peu plus lente chez les patients avec tétraplégie incomplète.

Figure 6 : Taux de récupération motrice en fonction du nombre de mois post lésion

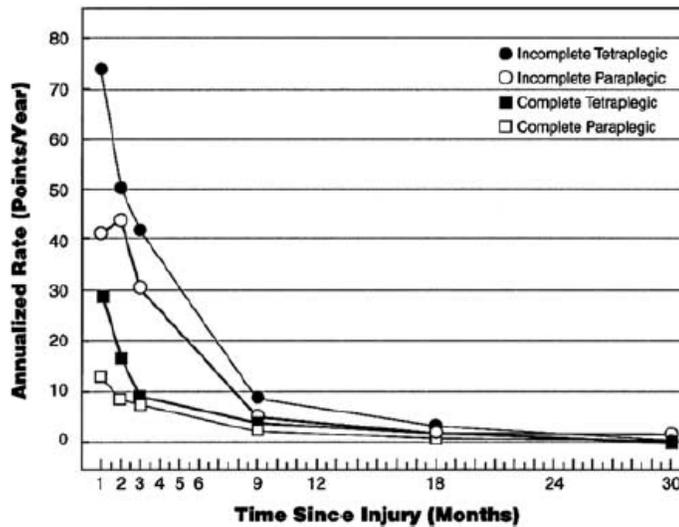


Figure tirée de Fawcett et al.⁵⁴

2.2.6. Centre de soins aigus spécialisés

Tel que décrit dans les sections précédentes, la gestion des patients avec LM est complexe, tout particulièrement pour les patients avec LMT cervicale et sévère (AIS A et B).²⁷ Les patients avec LMT sont également très vulnérable aux complications médicales. Dans le but de centraliser l'expertise et d'améliorer les issues cliniques suivant une LM, les centres de soins aigus spécialisés en LM ont été développés à la fin de la Deuxième Guerre Mondiale.⁷

On compte actuellement 15 sites actifs enregistrés au sein du registre de l'Institut Rick Hansen. Ce qui représente plus de 31 centres au Canada, incluant des centres de soins aigus et de réadaptation intensive.² Il y a toutefois peu d'exigences ou de lignes directrices claires concernant le fonctionnement des centres spécialisés. Cependant, selon une revue systématique de la littérature les centres spécialisés comprennent généralement les caractéristiques suivantes⁷:

1. Localisation à proximité d'un centre de traumatologie tertiaire.

2. Couverture par une équipe de chirurgie spinale spécialisée 24 heures par jour.
3. Accès rapide à une résonance magnétique et une salle d'opération 24 heures sur 24.
4. Présence d'une « unité spinale » comprenant un espace physique et une équipe multidisciplinaire dédiés.
5. Système de coordination efficace avec des établissements de réadaptation intensive fonctionnelle et de réadaptation externe spécialisés.

La complexité des soins requis suivant une LM requiert une certaine expertise au sein des effectifs médicaux. Une façon d'y arriver est de maintenir un certain volume de patients. Ainsi, chaque année, chacun des centres spécialisés au Canada doit comptabiliser le nombre de patients admis pour LMT.⁷ Toutefois, le nombre minimal de patient requis demeure indéterminé.⁵⁶

Les centres de soins aigus spécialisés se démarquent également par le fait que le processus de réadaptation est directement intégré aux modalités de traitement. Ceci nécessite donc la présence de multiples intervenants provenant de différentes spécialités qui travaillent en multidisciplinarité (physiothérapie, ergothérapie, soins intensifs, psychiatrie, chirurgie orthopédique de la colonne, infirmière de liaison, travail social, psychologue).^{7, 18} Une réunion hebdomadaire peut être tenue afin de coordonner les soins des patients. Finalement, des protocoles cliniques standardisés basés sur la littérature récente en lésion médullaire peuvent être utilisés dans le but d'améliorer les soins prodigués au patient et diminuer l'incidence des complications.^{26, 57}

En 1997, le Ministère de la Santé et des Services Sociaux (MSSS) a désigné deux centres de soins aigus spécialisés en LMT.²³ Tout d'abord, l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal pour l'Ouest de la province et l'Hôpital Enfant-Jésus du CHU de Québec pour l'Est de la province. L'HSCM figure également comme le seul centre de traumatologie désigné pour la gestion des patients tétraplégiques ventilo-assistés traumatiques de la province.²³ Ainsi, toutes les personnes atteintes d'une LMT au Québec doivent théoriquement être acheminées vers l'un ou l'autre de ces deux centres

d'expertise, suivant des protocoles de transfert inter établissements convenus à l'échelle provinciale.²³ Selon les rapports canadiens de l'Institut Rick Hansen, la plupart des individus ayant une LMT sont le plus souvent évalués et stabilisés en centre non spécialisés pour être ensuite transférés, dans 85% des cas, en centre d'expertise dans les 24h suivant leur LM².

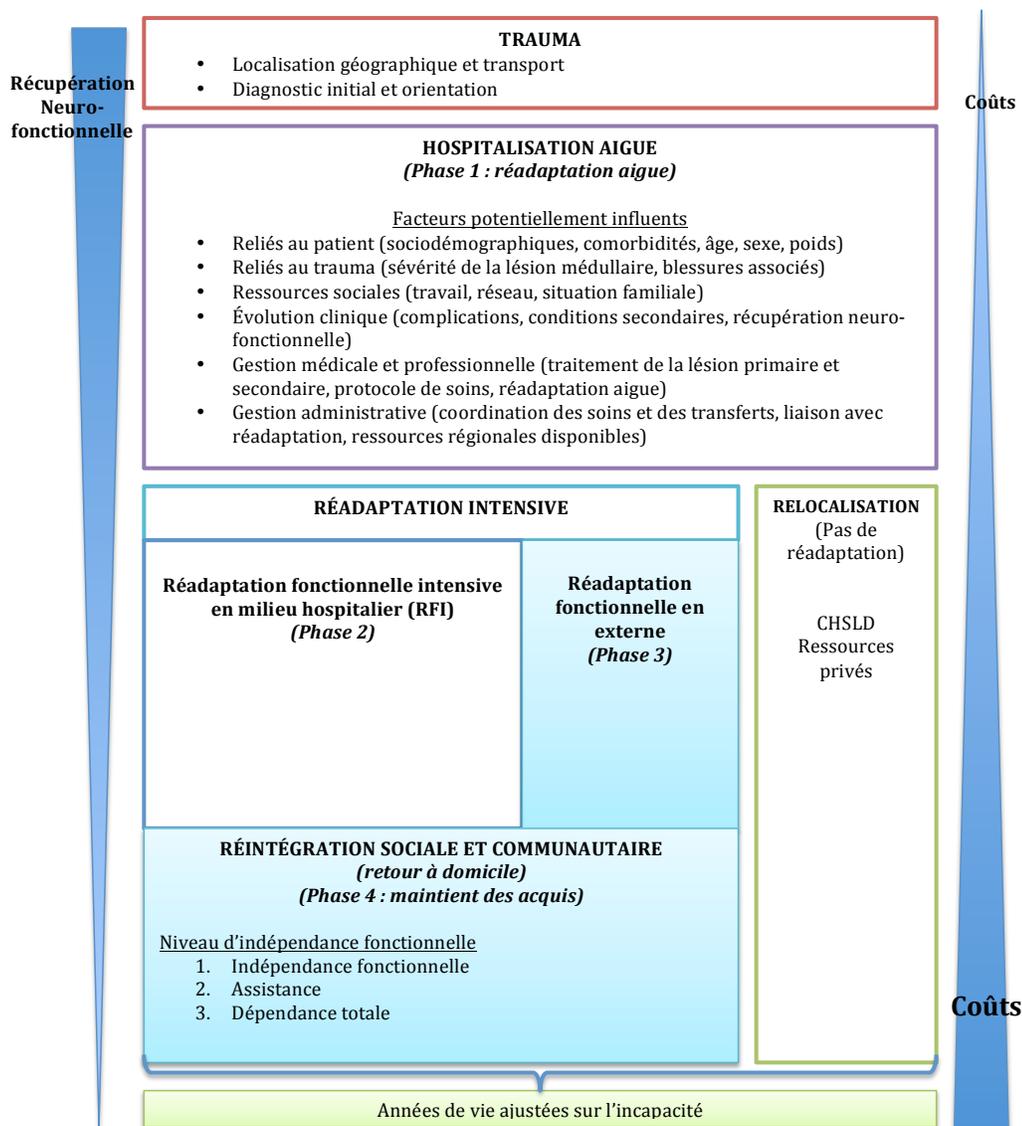
2.2.7. Processus de réadaptation et de réintégration communautaire

Le processus de réadaptation et de réintégration communautaire suivant une LMT peut être décrit en quatre phases. Dans l'Ouest du Québec, ce processus devrait être pris en charge par le Centre d'expertise pour les personnes blessés médullaires de l'Ouest du Québec (CEBMOQ) composé par l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal (HSCM), l'Institut de réadaptation Gingras-Lindsay de Montréal (IRGLM) et le Centre de réadaptation Lucie-Bruneau.⁵⁸ La figure 7 illustre le parcours d'un patient au cours des quatre phases de réadaptation.

La phase 1 (réadaptation aigue) fait immédiatement suite au traumatisme. Elle vise la stabilisation médicale du patient et la mise en place des mesures thérapeutiques chirurgicales et non chirurgicales précédemment décrites en section 2.2.4. La réadaptation est entreprise en équipe multidisciplinaire dès la stabilisation médicale, alors que la prévention des complications et l'optimisation de la récupération neuro-fonctionnelle sont mises en avant-plan. Le diagnostic et le pronostic neuro-fonctionnel sont généralement abordés avec le patient et ses proches. Les soins et les ressources nécessaires à court et long terme sont également planifiés à ce moment. La grande majorité des patients, soit 81% des individus, sera transférée en phase 2 pour entreprendre une réadaptation fonctionnelle intensive.² Une minorité de patients retournera directement à domicile (pour ceux qui observent une évolution très favorable) ou au contraire, devra être relocalisée en centre de soins de longue durée. La durée du séjour moyenne en centre de soins aigus est d'environ 30 jours au Canada²,

mais plusieurs facteurs auront un impact significatif sur ce délai, tel que discuté en section 2.3.

Figure 7 : Processus de réadaptation en quatre phases suivant une LMT dans l’Ouest du Québec (inspiré de Moelle épinière et Motricité Québec)⁵⁸



La phase 2 s’effectue en centre de réadaptation où le patient est hospitalisé. Elle est caractérisée par une période intensive de réadaptation physique en équipe multi- et interdisciplinaire à raison de quelques heures par jour. Elle vise le développement des

capacités permettant la reprise des habitudes de vie et des rôles sociaux tout en favorisant l'adaptation de l'environnement et le retour sécuritaire à domicile, et est souvent désignée par le terme « réadaptation fonctionnelle intensive ». Elle favorise la maîtrise des éléments propres à la nouvelle condition du patient afin d'atteindre le plus haut niveau d'autonomie possible.⁵⁹ La durée de séjour moyenne en phase 2 est de 77 jours², mais ce nombre varie selon plusieurs facteurs (discutés en section 2.3) et d'un individu à l'autre. Environ 95% des patients retourneront à domicile au congé de la phase de réadaptation intensive, avec plus ou moins de services à domicile selon les incapacités résiduelles du patient.²

La phase 3 correspond à la phase de réadaptation externe et de réintégration communautaire et sociale. Elle a pour but non seulement de solidifier les acquis de la phase 2, mais également de les appliquer dans l'environnement de l'individu. C'est à ce moment que la reprise du travail et/ou des loisirs sera abordée en fonction des limites fonctionnelles résiduelles. Le patient sera accompagné de thérapeutes et intervenants de spécialités médicales pertinentes à son état sur une base externe. La durée de cette phase est toutefois plus difficile à déterminer car elle varie énormément d'un patient à l'autre. Aucune donnée n'est retrouvée à cet effet dans les registres canadiens.

La phase 4 correspond au maintien des acquis lorsque le patient quitte le réseau de la réadaptation pour réintégrer son milieu de vie de façon définitive. Malheureusement, cela ne veut pas dire que tous les besoins du patient ont été comblés. Les individus avec LMT peuvent s'attendre à des changements significatifs au niveau de leur statut de travail, du revenu familial et du statut matrimonial. Ainsi, selon les statistiques canadiennes, seulement 25% des individus retourneront à leur travail un an après l'accident.² L'état du patient en phase 4 donne un certain reflet des années à vivre avec des incapacités résiduelles (nombre d'années de vie ajustées sur l'incapacité) et des coûts sociétaux qui y sont reliés.

2.3. Facteurs influençant l'utilisation des ressources hospitalières, la survenue de complications médicales en soins aigus et la récupération fonctionnelle

Puisque c'est au cours de la phase 1 de réadaptation (hospitalisation aigue) que l'orientation du patient et la gestion des ressources sont mis en place, il est important d'identifier les facteurs qui l'influencent. Afin de mieux faciliter leur identification, ceux-ci seront présentés de la façon suivante : les facteurs reliés au patient, reliés au traumatisme et finalement, les facteurs administratifs.

2.3.1. Facteurs reliés au patient

Différentes caractéristiques démographiques et sociodémographiques peuvent influencer l'issue clinique des patients avec LMT. L'âge moyen de la population avec LMT a augmenté au cours des dix dernières années au Québec.³ Toutefois, l'impact de l'âge sur la récupération fonctionnelle demeure débattu. En effet, certaines études ont démontré que les individus plus âgés avaient un plus grand risque de développer des complications médicales.^{16, 60} Toutefois, d'autres études ne sont pas arrivées au même résultat.^{35, 61, 62} De plus, quoique l'âge avancé soit associé à une plus haute incidence de comorbidités⁶¹, les patients plus âgés ne semblent pas nécessiter davantage de ressources hospitalières que les patients plus jeunes.¹⁵ Le fait que l'incidence des LMT incomplètes soit plus grande chez les personnes plus âgées pourraient expliquer ce résultat.³ L'âge pourrait également influencer la récupération neuro-fonctionnelle, mais ceci demeure toutefois débattu.^{10, 63}

La présence de comorbidités a toutefois été démontrée comme facteur prédictif de complications médicales chez la population générale avec LMT en cours d'hospitalisation aigue.^{16, 64} En effet, comme une LM entraîne des dysfonctions multi systémiques, tout déficit préalable peut rendre le patient avec LMT encore plus

vulnérable. Par contre, la présence de comorbidités n'a pas été associée à une augmentation des coûts ni de la durée d'hospitalisation aigue, quoique peu d'études aient intégré cette variable dans les analyses de régression. Ceci pourrait être expliqué par le fait que la population avec LMT demeure relativement jeune et présente donc une faible prévalence de comorbidités.¹ L'influence de la présence de comorbidités sur la récupération fonctionnelle a été peu étudiée suivant une LMT. Toutefois, il est possible que la présence de maladies pulmonaires chroniques chez un patient avec tétraplégie sévère puisse influencer son évolution, notamment son potentiel de sevrage du support respiratoire.³⁴

Le sexe ou l'origine ethnique ne semblent pas influencer le déroulement de l'hospitalisation aigue^{15, 65, 66} mais pourraient toutefois influencer la situation sociale de l'individu. Il en est de même pour l'état matrimonial, le niveau d'éducation, le statut d'emploi et le revenu familial. Les individus qui sont désavantagés socialement et économiquement pourraient présenter des difficultés additionnelles tel qu'au niveau de l'ajustement émotionnel et présenter plus de complications psychologiques en cours d'hospitalisation aigue (dépression, anxiété).⁶⁷ Cependant l'impact du niveau social semble plus important à long terme, tel que discuté dans la section 2.3.1.

La masse corporelle pourrait influencer le déroulement de la phase de réadaptation aigue. En effet, l'impact de l'obésité sur la récupération fonctionnelle a déjà été discuté dans la littérature,⁶⁸ mais son impact sur le déroulement de l'hospitalisation, tel que sur la survenue de complications n'a pas été démontré à ce jour. La présence d'obésité est toutefois associée à une diminution des volumes respiratoires secondaire à la limitation de l'expansion de la cage thoracique⁶⁹ et pourrait donc influencer l'évolution respiratoire de patients tétraplégiques et augmenter la survenue de complications respiratoires.^{68, 69}

2.3.2. Facteurs reliés au traumatisme

Le pronostic neuro-fonctionnel se base actuellement en grande partie sur les caractéristiques de la lésion médullaire et du trauma initial. En effet, le grade de sévérité et le niveau lésionnel, basé sur l'examen ASIA effectué dans les 72 heures suivant le trauma, sont les principaux prédictors de l'évolution clinique et de la récupération à court et long terme.^{10, 15, 24, 40, 70} En effet, la préservation des fibres motrices et sensibles sous-lésionnelles favorise le bourgeonnement des axones et la neuroplasticité vers une récupération des fonctions motrices, sensibles et neuro-végétatives. Le tout menant à une meilleure mobilité, une plus grande autonomie, une diminution des complications médicales secondaires^{15, 16} et un transfert plus rapide en centre de réadaptation intensive.^{15, 35}

Le nombre et la sévérité des blessures associées (sévérité du trauma initial) représentent également une cause importante de délai de séjour,⁴⁶ de coûts élevés¹⁵ et de complications médicales suivant une LMT.¹⁶ Effectivement, les blessures traumatiques associées à une LMT peuvent nécessiter des chirurgies additionnelles, une prolongation de l'immobilisation, des délais dans le processus de réadaptation et ajouter des incapacités résiduelles.⁴⁶ Il est donc souvent assumé que la présence de blessures traumatiques importantes concomitantes à une LMT puisse nuire au processus de récupération neuro-fonctionnelle. Peu d'études ont étudié cette question. Toutefois, une récente étude rétrospective sur 245 patients avec LMT effectuée en 2013 a suggéré que les individus sans et avec multiples blessures associées présentaient des résultats fonctionnels similaires à l'issue du processus de réadaptation intensive.⁴⁷ Cette étude n'a toutefois pas comparé l'utilisation des ressources nécessaires pour arriver à ce résultat et ainsi, il est possible qu'un groupe ait nécessité une plus longue durée d'hospitalisation ou des soins plus coûteux. La présence d'un mécanisme lésionnel à haute vélocité peut influencer le pronostic fonctionnel à long terme. Tout d'abord, parce qu'un traumatisme plus grand est généralement associé à une LMT plus sévère, mais également parce le nombre et la sévérité des blessures associées risque d'être également plus important.

Parmi la variété de blessures traumatiques qui puissent survenir de façon concomitante à une LMT, le TCC est particulièrement fréquent et se distingue par son atteinte propre au système nerveux central. Un TCC peut donc ajouter des déficits moteurs et sensitifs, mais également des troubles cognitifs pouvant nuire au processus de réadaptation.^{71, 72} La survenue de TCC de façon concomitante à une LMT est associée à une augmentation significative de la durée et des coûts d'hospitalisation aigue et de réadaptation intensive (phase 2) comparativement à un individu sans TCC.⁷² Des retards au niveau de la réintégration sociale et de la qualité de vie à plus long terme ont également été notés.⁷²

Un autre aspect relié au traumatisme est la distance géographique entre l'endroit de l'accident et l'hôpital. Ainsi, il est possible que les patients dont l'accident survient en région isolée observent une évolution clinique moins favorable. Une gestion hospitalière rapide dans le but d'optimiser les paramètres cardio-respiratoires du patient peut aider à diminuer la lésion secondaire sous-jacente à une LMT (figure 4, p.11). Tel que discuté en section 2.3, le transport à un centre de traumatologie approprié de façon efficace, idéalement en centre de soins spécialisés, est fortement recommandé.^{7, 17, 73} À cet effet, un système de transport pré-hospitalier organisé et efficace pourrait diminuer la mortalité suivant une LMT dans des pays non industrialisés⁷⁴ et pourrait diminuer l'utilisation des ressources hospitalières à plus long terme.^{73, 75} Toutefois ceci n'a pas été évalué au Canada et l'association entre la localisation géographique du traumatisme et la récupération neuro-fonctionnelle demeure indéterminée. De plus, la localisation et le milieu de vie du patient peuvent aussi influencer les phases ultérieures de réadaptation et la réintégration sociale.⁷⁶ En effet, notre système de santé comprend une distribution inégale des ressources et des infrastructures (services de réadaptation et de transport, suivi médical).

2.3.3. Facteurs reliés au déroulement de l'hospitalisation aigue

Différents éléments peuvent influencer le déroulement d'une hospitalisation. La survenue de complications médicales, le déroulement des soins ou le type de traitement préconisé, peuvent tous potentiellement avoir un impact sur l'utilisation de ressources hospitalières. Plusieurs études ont démontré l'association entre la survenue de complications et le prolongement de la durée de séjour en soins aigus.^{35, 40, 77} Toutefois, ces deux facteurs sont probablement inter-reliés de façon bidirectionnelle et il est donc difficile de déterminer avec précision la relation de cause à effet d'un paramètre par rapport à l'autre.^{35, 77} La figure suivante démontre la relation entre ces deux variables à l'issue d'une étude prospective en centre de soins aigus.³⁵

Figure 8 : Relation entre la survenue de complications médicales et la durée d'hospitalisation en soins aigus

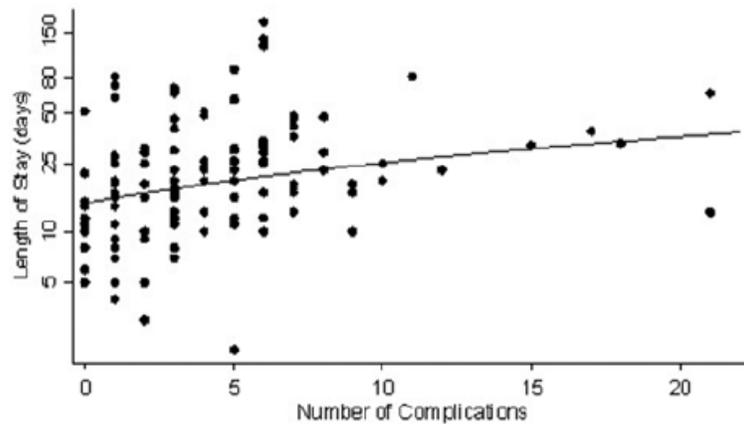


Figure tirée de Grossman et al.³⁵

L'impact à plus long terme de la survenue de complications médicales au cours de l'hospitalisation aigue sur les phases ultérieures de réadaptation reste par ailleurs imprécis. Selon une étude rétrospective multicentrique effectuée en 2012, la survenue d'infection de plaie chirurgicale et de pneumonie post opératoire fut associée à une diminution de la récupération neurologique un an post-lésion (diminution du taux de conversion AIS et diminution du score moteur ASIA).⁷⁸ Ce facteur s'est également révélé comme variable indépendante prédictive de récupération neurologique lors d'une LMT complète à l'issue d'études de régression multi variées.⁷⁸ Les auteurs de

cette étude ont avancé l'hypothèse qu'un processus infectieux puisse limiter la récupération neurologique en amplifiant certains facteurs pathophysiologiques sous-jacents à la LMT (lésion secondaire), tel que suggéré dans certaines études expérimentales.^{78, 79} Il est donc possible que d'autres types de complications médicales, rehaussant l'état inflammatoire du patient puissent aussi intervenir d'une façon similaire. Toutefois, l'impact de la survenue de complications médicales sur la récupération neurologique demeure hypothétique à ce jour. Par contre, son impact au niveau de la récupération fonctionnelle a déjà été exploré.⁸⁰ Effectivement, la survenue de complications médicales au cours de l'hospitalisation aiguë pourrait entraîner des délais dans le processus de réadaptation qui pourraient ensuite se maintenir tout au long des phases subséquentes. De cette façon, des complications médicales précoces pourraient entraîner une diminution des résultats fonctionnels. De plus, un patient qui subit une complication médicale aiguë est plus à risque de développer des troubles psychologiques (tel que de la dépression et l'anxiété). Ceci pourrait nuire au déroulement de la phase de réadaptation aiguë, mais également limiter le développement de l'autonomie et participation sociale à plus long terme.⁸¹

Le type de traitement préconisé suivant une LMT aiguë peut certainement influencer le déroulement de l'hospitalisation aiguë. Par exemple, un patient qui aurait reçu un traitement par corticostéroïdes pourrait subir plus de complications médicales au cours de l'hospitalisation aiguë. En effet, l'administration de corticostéroïde est associée à un risque augmenté de troubles digestifs, d'infections, d'hémorragie gastro-intestinale, d'hyperglycémie et de mortalité suivant son administration.^{24, 64} De plus, une étude prospective a d'ailleurs suggéré que l'administration de corticostéroïdes suivant une LMT aiguë est un facteur prédictif indépendant de complications médicale.¹⁶ En considérant le bénéfice tout au plus marginal au niveau neurologique et l'augmentation des risques de complications, cette pratique fut abandonnée en grande partie au Canada, basé sur les recommandations révisées provenant du « Guidelines for the management of acute cervical spine and spinal cord injuries ». ^{51, 82}

Le type de traitement chirurgical a également été démontré comme un facteur pouvant influencer l'évolution clinique du patient, mais également l'utilisation des ressources lors de l'hospitalisation aiguë. Plus précisément, un délai chirurgical plus court (de moins de 24 heures) est associé à une diminution de la durée et des coûts de l'hospitalisation aiguë⁶, à une amélioration du statut neurologique⁸³ et à une diminution de la survenue de complications médicales aiguës.¹⁴ Une décompression et une stabilisation rapide de la LM permettent probablement de diminuer, ou du moins mieux contrôler, les processus de lésion primaire et secondaire décrits et illustrés en figure 4 (p.11).¹⁹ Toutefois, l'impact de l'approche chirurgicale sur l'évolution clinique du patient est plus difficile à déterminer. Cliniquement, les patients ayant bénéficié d'une cervicale approche antérieure sont plus susceptible de développer une dysphagie et des problèmes respiratoires en période post-opératoire.⁸⁴ D'un autre côté, une étude prospective a plutôt démontré que le taux de complications est plus fréquent suivant une approche postérieure ou combinée (antérieure et postérieure), avec une plus haute incidence d'infection de plaie chirurgicale ou de radiculopathie cervicale.⁸⁴ Peu d'études se sont intéressées sur l'impact de l'approche chirurgicale sur les résultats neuro-fonctionnels ou le taux de complications des patients. La raison est probablement le fait que le type d'approche préconisée par le chirurgien dépend de plusieurs facteurs, dont le type et la sévérité de la blessure ou la condition médicale du patient, qui influencent probablement à plus grande échelle les issues cliniques. Ainsi, quoique le choix de l'approche chirurgicale dépasse le cadre de ce travail, son impact est probablement complexe et multifactoriel, et est probablement dépendant des raisons médicales qui ont justifié sa sélection.

Le déroulement de la phase de réadaptation aiguë (phase 1) devrait permettre d'ajuster l'estimation du pronostic fonctionnel suivant une LMT. Effectivement, que se soit la planification chirurgicale⁸⁵, la survenue de complications médicales (ou de conditions secondaires précoces, tel que la spasticité) ou encore un séjour prolongé en soins aigus^{86, 87}, ces facteurs ont le potentiel d'influencer la récupération ou alors le processus de réadaptation subséquente. Une admission rapide en centre de soins spécialisés (moins de 48h après le traumatisme) est associée à une amélioration de la

récupération fonctionnelle⁷. Comme ces centres mettent généralement en place diverses mesures cliniques et administratives afin d'optimiser les soins prodigués au patient, il est difficile de spécifier la façon précise dont ils y arrivent. Toutefois, la présence d'une équipe multidisciplinaire expérimentée, la coordination de soins visant la diminution des complications et l'instauration de mesures optimisant les délais de transfert pourrait participer à ce résultat.⁷ Ainsi, les facteurs qui influencent le déroulement de l'hospitalisation aigue ont également le potentiel d'influencer la récupération fonctionnelle à plus long terme. Quoiqu'ils ne représentent peut-être pas des facteurs qui ont un impact aussi important que la sévérité de la LMT, ils trouvent toute leur importance dans le fait qu'ils représentent, pour la plupart, des facteurs modifiables.

2.3.4. Facteurs administratifs

La période de réadaptation aigue (phase 1) est le point de départ d'un processus de réadaptation qui peut s'échelonner sur plusieurs mois. Cette période peut être déterminante sur l'évolution des patients au cours des phases subséquentes. Ainsi, les soins prodigués en phase aigue peuvent certainement bénéficier d'une structure administrative adaptée à la clientèle et au réseau de santé actuel.

Tout d'abord, puisque les patients nécessiteront l'expertise de plusieurs équipes de soins au cours de la phase de réadaptation aigue (équipe de traumatologie, de chirurgie spinale, de soins intensifs, de physiothérapie, etc.) une certaine fluidité dans la coordination des soins apparaît importante. Bien entendu, plus le volume de patients avec LMT est grand, plus l'expertise clinique et administrative sera développée. La désignation d'une infirmière de liaison et d'une équipe multidisciplinaire de réadaptation dédiée à cette clientèle en est un bon exemple. Tel que démontré dans des travaux précédents, la mise en place d'une équipe de soins expérimentée dans l'approche du patient avec LMT est associée à une diminution de la survenue de complications et une diminution de la durée d'hospitalisation en soins aigus.^{7, 17, 44} La mise en place de réunions

hebdomadaires visant une meilleure coordination des soins entre les membres de cette équipe est une autre mesure administrative efficace.^{26, 57}

Certaines études ont démontré l'efficacité de la mise en place de protocoles de soins et de guides cliniques afin d'améliorer l'issue clinique des patients avec LMT aigue.^{26, 57} L'usage de ce type de protocole basé sur des données probantes permet de standardiser les soins et de former les équipes afin d'assurer une qualité de soins la plus élevée. Visant la prévention des complications communes suivant une LMT aigue et l'optimisation des délais de transfert en réadaptation intensive, la mise en place de protocoles de soins cliniques nécessite un soutien administratif adéquat, par exemple, d'une infirmière de liaison et d'agents administratifs dédiés à l'écoute de l'équipe traitante et au fait de la littérature récente en LM.

Dès son arrivée en centre de traumatologie, l'évaluation initiale du patient permet d'estimer le pronostic neuro-fonctionnel et ainsi débiter les procédures pour orienter le patient le plus adéquatement possible. Certaines mesures administratives permettent une meilleure efficacité dans l'organisation du congé. La présence d'une infirmière de liaison et d'un physiatre entretenant une bonne communication avec les équipes de réadaptation subséquentes a une place importante à ce niveau.²⁶ La conception de protocoles de transfert, conçus conjointement avec les centres de réadaptation qui prendront en charge les patients par la suite, permettent de diriger le patient de façon efficace, sécuritaire et permettent de diminuer les taux de réadmission subséquents.⁸⁸

En résumé, une admission rapide en centre de soins spécialisés (moins de 48h après l'accident) est associée à une diminution de la survenue et de la sévérité des complications médicales,⁷ ainsi qu'une diminution de la durée et des coûts d'hospitalisation en soins aigus.¹⁵ Cependant, l'impact précis des différents facteurs modifiables présentés ci-haut et particulièrement les facteurs administratifs, reste inconnu.

2.3.5. Lacunes

Peu d'études se sont concentrées à l'amélioration de la gestion des patients avec LMT au cours de la phase d'hospitalisation aiguë, comparativement au nombre d'études qui ont été effectuées en phase chronique. D'ailleurs les niveaux de recommandations en terme de gestion aiguë suivant une LMT sont pour la plupart de faible niveau (Niveaux 3 ou 4).²⁷ Pourtant, la phase d'hospitalisation aiguë suivant une LMT représente une période où le patient est très vulnérable et où les coûts d'hospitalisation sont très élevés. De plus, c'est au cours de cette période que le plan de réadaptation sera établi pour les prochains mois à venir. Finalement, dans le contexte où la majeure partie de la récupération neurologique et fonctionnelle s'effectue au cours des premières semaines suivant la LMT, l'optimisation de la gestion des patients au cours de cette période pourrait potentiellement améliorer la récupération à plus long terme. Toutefois, aucune étude à ce jour visant l'identification des facteurs prédictifs de récupération fonctionnelle à long terme n'a intégré les facteurs influençant le déroulement de l'hospitalisation aiguë.

Les différents facteurs qui pourraient potentiellement influencer le déroulement de l'hospitalisation aiguë et la récupération fonctionnelle ont été discutés en section 2.3. Plusieurs problématiques peuvent être soulevées à la suite de la lecture de la revue de la littérature. Premièrement, la majeure partie des facteurs qui sont actuellement reconnus pour influencer le déroulement de l'hospitalisation aiguë et la récupération fonctionnelle, sont concentrées sur la gravité du traumatisme initial ou alors sur certaines caractéristiques intrinsèques du patient. Comme il est impossible d'intervenir sur ceux-ci, l'identification de facteurs modifiables est essentielle. Quoique plusieurs études antérieures aient démontré une association entre certains facteurs modifiables et les issues étudiées dans ce travail, celles-ci n'ont pas pondéré leur importance parmi des facteurs déjà reconnus. De plus, plusieurs facteurs reliés au déroulement de l'hospitalisation aiguë et plusieurs facteurs administratifs n'ont pas été étudiés auparavant. Ainsi, des études de régression multi variées ayant pour but d'identifier les

facteurs modifiables les plus importants associés à un déroulement optimal de l'hospitalisation aigue sont actuellement manquantes. Conséquemment, il n'y a pas d'étude qui ait jusqu'à maintenant évalué l'impact potentiel de ces facteurs à plus long terme.

CHAPITRE 3 : OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES

3.1. Hypothèses

Tel qu'élaboré dans le chapitre précédent, la phase aigue de réadaptation (phase 1) suivant une LMT est le point de départ d'un long processus de réadaptation. Plusieurs facteurs peuvent influencer son déroulement, incluant des facteurs sur lesquels il est possible d'intervenir. Cependant, non seulement leur importance n'a pas été pondérée parmi d'autres facteurs reconnus, mais leur impact à plus long terme demeure à ce jour indéterminé. Pourtant, c'est au cours des premières semaines suivant une LMT, et donc au cours des premières phases de réadaptation, où la majeure partie de la récupération neuro-fonctionnelle a lieu. C'est aussi au cours de la phase de réadaptation aigue que s'organise et se planifie les phases subséquentes de réadaptation. Ainsi, ce chapitre présente les objectifs principaux de ce travail qui se base sur les hypothèses suivantes concernant les patients ayant subi une LMT cervicale aigue :

1. Une prise en charge aigue complète dans un centre spécialisé en LMT (incluant la gestion chirurgicale et péri-opératoire) diminuera la survenue de complications médicales et la durée de ventilation mécanique, tout en réduisant la durée de séjour et les coûts.
2. Il existe des facteurs modifiables (sur lesquels l'équipe traitante peut intervenir) associés à la survenue de complications, à la durée de ventilation mécanique, à la durée de séjour et aux coûts pour la prise en charge aigue.
3. Les facteurs suivants pourraient avoir un impact négatif sur la récupération fonctionnelle six mois post lésion : la survenue de complications médicale et un séjour prolongé en soins aigus.

3.2. Objectifs spécifiques

Conséquemment, deux objectifs sont visés, directement en lien avec les hypothèses décrites.

1. Comparer la prise en charge partielle (période post-opératoire seulement) à la prise en charge complète incluant toute la période péri-opératoire (périodes chirurgicale, pré- et post-opératoires) sur l'issue à court terme des patients, en ce qui a trait à la survenue des complications, la durée de ventilation mécanique, la durée de séjour et les coûts durant l'hospitalisation aiguë. Pour ce faire, des analyses multi variées permettront d'évaluer l'influence du type de prise en charge (partielle vs. complète), de même que de différents facteurs modifiables et non-modifiables sur la survenue de complications, la durée de ventilation mécanique, la durée de séjour et les coûts.
2. Explorer la relation entre la récupération fonctionnelle six mois post lésion et certains facteurs cliniques recueillis au cours de l'hospitalisation aiguë après la lésion médullaire traumatique. Pour ce faire, des analyses de régression multi variées permettront d'évaluer l'influence des caractéristiques démographiques, du traumatisme, des caractéristiques cliniques, du déroulement de l'hospitalisation et des complications sur l'état fonctionnel 6 mois après la lésion médullaire traumatique.

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE

4.1. Devis de recherche

Le devis de recherche consiste en deux études de cohorte : une rétrospective et la deuxième de type prospective.

4.2. Approbations

Les projets de nature rétrospective ont obtenu l'approbation des comités d'éthique et scientifique de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal. Ceux-ci ont été approuvés dans le cadre d'une autre étude rétrospective intitulée « Étude rétrospective sur l'impact de la chirurgie spinale précoce sur la récupération des patients ayant subi un traumatisme vertébral avec atteinte neurologique ».

Nous avons également obtenu l'approbation des comités d'éthique et scientifique de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal pour l'étude prospective où nous avons recueilli des données relatives à l'état fonctionnel six mois post-lésion. Cette étude a également obtenu l'approbation de l'organisme subventionnaire (Human Research Protection Office (HRPO), du US Army Medical Research and Materiel Command (USAMRMC)). Les formulaires de consentement sont attachés en Annexe B.

4.3. Population à l'étude

L'étude rétrospective s'est concentrée sur les patients adultes admis de façon consécutive dans un centre de traumatologie de niveau-1 spécialisé en lésion médullaire (HSCM) entre Avril 2008 et Novembre 2014 pour une LM traumatique cervicale de sévérité AIS A et B (motrice-complète) (N=116). Toutefois pour les analyses concernant l'évolution respiratoire des patients (section « résultats additionnels »), seulement les patients avec LMT cervicale de sévérité A (complète) ont été inclus (N=76). Une revue de dossiers fut également nécessaire afin de réviser pour les patients ayant été admis tardivement dans notre milieu (Groupe 2). Celle-ci a été effectuée par une archiviste médicale indépendante.

Pour l'étude rétrospective (objectif 1), les critères d'exclusion sont les suivants :

- Traitement non chirurgical
- LM motrice incomplète (AIS C et D)
- LM thoracique ou lombaire (niveau lésionnel T1 à L1)

Dans le cas de l'étude prédictive prospective (objectif 2), une cohorte de 159 patients avec LMT de niveaux C1 à L1 admis de façon consécutive au même centre de traumatologie spécialisée (HSCM) entre Janvier 2010 et Février 2015 a été approchée. Ceux-ci ont été recrutés sur une base volontaire au cours de l'hospitalisation aiguë et ont rempli un formulaire de consentement annexé au présent travail (Annexe B). Les patients devaient avoir complété le rendez-vous de suivi six mois post lésion afin d'être inclus dans l'étude.

Les critères d'exclusion sont les suivants :

- Traitement non chirurgical
- LM de type centromédullaire (central cord syndrome)

4.4. Collecte de données

Les données qui ont été utilisées pour les projets de nature rétrospective proviennent du Registre des traumatismes du Québec géré par le MSSS du Québec (statistiques@ramq.gouv.qc.ca). Il s'agit d'une banque de données clinico-administratives de nature prospective entreposée à la Régie de l'assurance maladie du Québec (RAMQ). Diverses données ont été collectées à partir de cette base tel que présenté dans la section méthode de cet article (chapitre 3).

Pour ce qui est de l'étude prédictive prospective, la collecte de données a été effectuée par des assistants (es) de recherche non impliqués dans le présent travail. Plus de 15 facteurs prédictifs potentiels de récupération fonctionnelle ont été analysés. Tout d'abord des données sociodémographiques (âge, sexe, masse corporelle, tabagisme), des données reliées au traumatisme (niveau et sévérité de la LMT initial, mécanisme lésionnel, présence de TCC et sévérité, sévérité du traumatisme (ISS)) et des données relatives au déroulement de l'hospitalisation aigue (délai chirurgical, développement précoce de spasticité, survenue de complications médicales, durée d'hospitalisation). La récupération fonctionnelle, qui représente la variable de résultat principale dans cette étude, est représentée par le pointage obtenu sur l'échelle de SCIM (Spinal Corda Independence Measure, version 3) six mois post lésion. La récupération fonctionnelle a été étudiée comme issue principale à ce stade, puisqu'elle permet d'évaluer de façon concrète les limitations du patient à accomplir les tâches de la vie quotidienne. Elle permet aussi de mieux estimer les besoins en terme d'assistance six-mois post lésion. L'échelle SCIM, spécifique aux patients avec LM, évalue trois différentes sphères de la fonction : soins personnels, respiration et gestion des sphincters, mobilité et transfert avec un plus haut pointage signifiant une plus grande autonomie. Il s'agit d'une échelle rapportée par le patient et comprend un total de 19 items. On lui accorde une excellente fiabilité inter-observateurs pour les pointages sous-catégories ($r= 0.917-0.959$) et le pointage total ($r=0.960$).⁸⁹ Elle présente également une excellente validité de construit (corrélation avec Fonctionna Independance Measure (FIM), $r=0.835-0.839$).⁹⁰ L'échelle SCIM présente une sensibilité au changement significativement supérieure à l'échelle de FIM, généralement utilisée dans les études prédictives antérieures.⁸⁹

4.5. Analyse des données

Pour le premier objectif nous avons comparé différentes issues cliniques et économiques par rapport au type de centre de soins péri-opératoire (spécialisé versus non-spécialisé en LM). La gestion péri-opératoire sera désignée dans le présent travail comme la prise en charge préopératoire, chirurgicale et post-opératoire immédiate (Tableau 3).

Tableau III: Définition du type de centre de soins péri-opératoires (spécialisé versus non-spécialisé) étudiés dans ce travail

| <i>Type d'établissement péri-opératoire</i> | <i>Définition</i> |
|---|--|
| Centre de soins aigus spécialisés en lésion médullaire | -Patients avec LMT admis en période PRÉopératoire en centre de soins spécialisés. -Prise en charge complète: préopératoire, chirurgicale et post-opératoire en centre spécialisé |
| Centre soins non-spécialisés en lésion médullaire | -Patients avec LMT admis en période POST-opératoire en centre de soins spécialisés. -Prise en charge préopératoires, chirurgicale et post-opératoire immédiate en centre non-spécialiste. -Transfert en centre spécialisé durant la période post-opératoire. |

Ainsi, l'impact d'une prise en charge péri-opératoire complète en centre de soins spécialisés sera étudié à plusieurs niveaux : 1) sur la survenue de complications médicales; 2) sur la durée et les coûts d'hospitalisation aigue; 3), sur la durée de ventilation mécanique et le taux de trachéostomies. Premièrement, nous avons utilisé des comparaisons bi variées pour comparer les deux groupes (gestion partielle vs

complète dans le centre spécialisé). Afin de déterminer l'association entre les centres de soins spécialisés et les différentes issues, tout en considérant l'impact de d'autres facteurs reconnus (sévérité et niveau lésionnel, sévérité du trauma, etc.), des analyses de régression multi variées ont été effectuées.

Pour répondre à notre deuxième objectif, nous avons également utilisé des analyses bi variées, suivi par des modèles de régression multiples. Puisque les facteurs influençant la récupération fonctionnelle peuvent être différents chez les patients paraplégiques et tétraplégiques, toutes les analyses ont été effectuées séparément pour ces deux catégories. Des analyses descriptives ont d'abord été complétées. Ensuite, considérant le nombre important de facteurs à l'étude, des analyses de régression bi variées mettant en relation la récupération fonctionnelle (pointage SCIM) (variable dépendante) et chacun des facteurs (variables indépendantes) ont été effectuées. Des analyses de corrélations ont ensuite permis d'étudier la présence de colinéarité entre les variables indépendantes. Le sous-ensemble de variables significatives finalement obtenu fût par la suite intégré dans un modèle général linéaire afin de déterminer les facteurs les plus influents sur la récupération fonctionnelle six-mois post-lésion.

CHAPITRE 5 : RÉSULTATS

Tel que mentionné en chapitre 4, deux études de cohorte sont présentées dans le présent travail. La première vise à comparer la survenue de complications médicales et l'utilisation des ressources hospitalières (en terme de durée et couts d'hospitalisation aigue) chez les patients avec LMT cervicale ayant bénéficié d'une prise en charge complète ou partielle en centre de soins spécialisés. Des résultats additionnels seront ajoutés et consisteront en la comparaison des issues cliniques respiratoires (nombre de trachéostomie et la durée de support par ventilation mécanique) chez les mêmes groupes de patients.

Le dernier article répondra au deuxième objectif global de ce projet et consiste à explorer certains facteurs associés à la récupération fonctionnelle six mois post lésion (variable dépendante) en fonction de quinze différentes variables potentiellement prédictives (variables indépendantes) recueillies au cours de l'hospitalisation aigue

**THE IMPACT OF COMPLETE ACUTE CARE MANAGEMENT IN A
SPECIALIZED SCI-CENTER ON THE OCCURRENCE OF MEDICAL
COMPLICATIONS AND RESOURCE UTILIZATION FOLLOWING
TETRAPLEGIA**

Authors: Andréane Richard-Denis, MD^{1,2,4}
Debbie Ehrmann Feldman, Ph.D^{2,4}
Cynthia Thompson, Ph.D¹
Étienne Bourassa-Moreau, MD, M.Sc²
Jean-Marc Mac-Thiong, MD, Ph.D^{1,2,3}

Affiliations:

1. Hôpital du Sacré-Coeur, Montréal, Canada
2. Faculty of Medicine, University of Montreal, Montreal, Canada
3. Hôpital Sainte-Justine, Montreal, Canada
4. Centre for interdisciplinary research in rehabilitation

Corresponding author:

Andréane Richard-Denis, MD
Department of Medicine (Physical medicine and rehabilitation specialist)
Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal
5400 Boul. Gouin Ouest
Montréal, Quebec, Canada, H4J 1C5
Tel: 514-338-2050; Fax: 514-338-3661

Running title: Specialized SCI-centers and tetraplegia

Soumis sous forme de deux articles (Joint en un article dans le présent travail)

1- Costs and length of stay for the acute care of patients with motor-complete spinal cord injury following cervical trauma: the impact of early transfer to specialized acute SCI-center, soumis dans American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation (Janvier 2016)

2-The impact of acute management in a specialized spinal cord injury center on the occurrence of medical complications following motor-complete cervical spinal cord injury, soumis dans Journal of Spinal cord medicine (Mai 2016)

ABSTRACT

Objective: Acute spinal cord injury (SCI) centers aim to optimize outcomes following SCI. However, there is no timeframe to transfer patients from regional to SCI centers in order to promote cost-efficiency of acute care and reduction of complication rate. Our objective was to compare the occurrence of medical complications, costs and length of stay (LOS) following early and late transfer to a SCI-center.

Design: A retrospective cohort study involving 116 individuals consecutively admitted to a single Level-1 trauma center for a traumatic motor-complete cervical SCI between April 2008 and November 2014 was conducted. Group 1 (N=87) was promptly transferred to the SCI-center for surgical and complete perioperative management, whereas Group 2 (N=29) was transferred to the SCI-center only after surgery. Bivariate comparisons were first performed to compare outcomes between the two groups. Then, multivariate logistic regression analyses were used to assess the relationship between these two groups and outcomes (occurrence of complications, length of stay in acute care, and costs) adjusting for covariates.

Results: LOS was significantly longer for Group 2 (median of 93.0 days) as compared to Group 1 (median of 40.0 days, $p < 10^{-3}$), and average costs (\$CAN) were also higher for Group 2 (median of 17,920.0\$ vs. 10,521.6\$ for Group 2 and 1 respectively; $p = 0.004$), despite similar characteristics. There was a similar rate of complications between the two groups. Multivariate analyses confirmed that late transfer to the SCI-center was associated with longer LOS and increased costs while high cervical injuries increased the odds of developing respiratory complications.

Conclusions: Transfer to SCI-center before spinal surgery was associated with shorter LOS and lower costs for patients sustaining motor-complete tetraplegia. Management in a SCI-center even at a later stage during the acute hospitalization could limit the rate of complications to a level similar to that observed in patients managed exclusively in a SCI-center, but at the expense of higher resource utilization.

Disclosure statement: This research was funded by the MENTOR Program of the Canadian Institutes of Health Research, by the Fonds de recherche du Québec – Santé, by the Department of the Army – United States Army Medical Research Acquisition Activity, and through the Rick Hansen Spinal Cord Injury Registry. The authors report no declarations of interest.

Key words: spinal cord injury; length of stay; specialized centers; costs; early complications

INTRODUCTION

The incidence of traumatic spinal cord injuries (TSCI) in Quebec, Canada ranged between 11 and 23 cases per million in the last 13 years³. Although this number is relatively low as compared to other musculoskeletal traumatic injuries, a spinal cord injury (SCI) is associated with extensive economic costs, mostly due to substantial health care burden^{91, 92}. In fact, the cost per acute day of hospitalization in Canada for patients with tetraplegia reaches 1,124\$ (CAD), and the annual economic burden associated with new cases of traumatic SCI was estimated as 2.67 billion\$ (CAD) in 2011.²⁸ The occurrence of complications following SCI is associated with increased costs and hospital length of stay (LOS).^{15, 93} Patients with tetraplegia are particularly prone to complications as they may suffer from multisystem impairments and severe mobility restriction. This is particularly true during the acute care hospitalization, as they are at particular risk of prolonged immobilization.

Patients with acute cervical TSCI also may suffer from cardio-respiratory instability requiring urgent medical stabilization immediately after their trauma³¹. Once medical stabilization is reached, prompt transfer to a SCI-center is recommended^{7, 17, 94}. In fact, acute SCI-centers were shown to improve recovery, decrease both the occurrence of complications^{15, 95, 96} and resource utilization^{15, 17}. Early transfer is recommended (<48 hours) but this recommendation relies on limited evidence (Level V - panel opinion)²⁷. On the other hand, prompt spinal surgery can improve neurological recovery^{1, 83, 97}, decrease the incidence of complications^{14, 98} and reduce costs and length of stay (LOS)⁶. Thus, after stabilizing a patient with acute cervical TSCI, a decision has to be made whether a prompt surgery at the non-specialized (NS) regional center or direct transfer to the SCI-center should be prioritized. Optimal timing for transfer to SCI-center should also be established with respect to the spinal surgical procedure and perioperative care provided. This is particularly important for motor-complete cervical SCI, as this condition is associated with limited neurological recovery and a high risk of complications.⁵⁴

Thus, the hypothesis underlying the current study is that early transfer to SCI-center for complete surgical and perioperative care will decrease the occurrence of medical complications, costs and acute care LOS for patients with cervical TSCI. Accordingly, the purpose of this study was to compare the occurrence of medical complications, LOS and costs of care between patients surgically and preoperatively managed in a non-specialized center (NS) before being transferred to the SCI-center versus individuals promptly transferred to a SCI-center for complete surgical and perioperative management.

METHODS

Patients

We conducted a retrospective cohort study of 116 consecutive adult patients (92 males; 24 females) aged 46.0 ± 19.3 years old admitted to a single Level I SCI-specialized trauma center between April 2008 and November 2014 for a motor-complete cervical traumatic SCI. The Level-1 trauma center involved in this study was designated in 1997 as one of the two acute care specialized SCI referral centers of our province^{99, 100}. Since this designation, our hospital center has managed 70 to 100 patients with traumatic SCI per year¹⁰⁰. The severity of the injury was assessed using the ASIA (American Spinal Injury Association) International Standards for neurological classification of SCI. All subjects included in this study sustained a motor-complete cervical traumatic SCI, which was defined as a grade A or B severity on the ASIA impairment scale (AIS), consisting of no preserved motor function through sacral segments.¹⁰¹ All subjects were treated surgically to decompress and stabilize the spine in order to minimize the secondary injury to the spinal cord. Because subjects treated non-surgically or sustaining a cervical SCI with milder neurological deficits (AIS-C or D, including central cord syndrome) is recognized to experience better outcomes⁵⁴, they were excluded from this study.

Our cohort was subdivided into two groups. Group 1 included 87 individuals who received complete perioperative management (including surgery) provided by a specialized multidisciplinary team in a SCI-center. These patients were either

transported directly from the trauma site to the SCI-center or evaluated initially in a NS center and then transferred to the SCI-center before the surgery. Group 2 consisted of 29 patients acutely and surgically managed in one of ten non-specialized (NS) acute care centers before being transferred to the SCI center in the postoperative period only.

The acute care specialized SCI-center involved in the current study comprises a multidisciplinary healthcare professional team specialized in SCI care, including but not limited to, a specialized SCI trauma unit, a dedicated multidisciplinary acute rehabilitation team and a collaborative intensive functional rehabilitation facility system for the establishment of viable community integration^{7, 94}. Upon admission, all patients were initially managed in the intensive care unit. When their condition was judged stable by the intensive care team, patients were transferred to the ward while continuing rehabilitation therapies (rehabilitation therapies were started in the ICU). The perioperative care in the specialized SCI-center follows the evidence-based recommendations for the acute care of SCI patients⁹⁴. Hospital clinical protocols and interdisciplinary team work are used to systematically manage bowel and bladder care and prevent venous thrombosis, pressure ulcers, contractures, malnourishment, aspiration and improve cardiovascular and respiratory outcomes. Cardiovascular and respiratory management were individualized based on the clinical judgement of the medical team and involved daily respiratory rehabilitation therapies. A physical medicine and rehabilitation specialist directed the acute rehabilitation process, applied interventions to promote functional and neurological recovery and coordinated the transfer to a functional rehabilitation facility with a liaison nurse, once the patient's condition did not require additional active medical or surgical management.

Data collection and outcomes

Socio-demographic and clinical data pertaining to the hospitalization at the Level I SCI-specialized acute center were collected prospectively through the Quebec Trauma Registry. This prospective database includes all patients admitted at our

institution following a traumatic event. Administrative data such as costs of acute care hospitalization were collected directly from the hospital database. Although patients from Group 2 were prospectively enrolled into the Quebec Trauma Registry upon arrival to our institution, chart review was required for acquiring the surgical delay, LOS in the NS center as well as the presence of medical complications upon admission to the SCI-center.

Collected data included age, gender and trauma severity as measured by the Injury Severity Score (ISS). The ISS is a simple method describing patients with multiple traumatic injuries. It corresponds to an anatomical scoring system where each injury is assigned to a specific score according to its severity and location. The ISS takes values from 0 to 75. The ISS score was dichotomized according to Bull's method¹⁰² using the LD₅₀, representing a "lethal dose of injuries" for 50% of the patients injured. The suggested LD₅₀ score was 40 for individuals 15-44 years old and 29 for ages 45-64. Since the median age of our two groups was 46 and 48 years old, we dichotomized the ISS into <29 and ≥29. The neurological level was defined as the most caudal segment with normal motor and sensory function bilaterally and was used to discriminate between high cervical levels (C1 to C4) and lower cervical levels (C5 to C8). The severity of the SCI was assessed at arrival to the SCI-center using the ASIA Impairment Scale (AIS) and was reported using the AIS grades A or B. The presence of a concomitant traumatic brain injury (TBI) was also noted. The proportion of mortality during the SCI-center stay was compared between the two groups as well as the presence of active and past smoking. Surgical delay was defined as the time (in hours) between the trauma and the spinal surgery (time of skin incision) and was dichotomized in two categories (<24h or ≥24h post-trauma).

The main outcome variables were the occurrence of medical complications, the hospital length of stay (LOS) and costs related to hospitalization in the SCI center (\$CAD) and. Details are provided below.

Medical complications

Medical complications were defined as a secondary condition developing and diagnosed after the initial trauma, as opposed to a condition directly due to the trauma. Since information regarding the occurrence of complications during the hospitalization in the NS center (prior to transfer to the SCI-center) was generally absent in the transfer records of patients for both groups, this information could not be collected in the present study. However, complications developed previously in the NS center but still present at admission to the SCI-center were noted for both groups.

The following complications were considered: 1) overall respiratory complications, 2) pneumonia, 3) urinary tract infections (UTI), and 4) pressure ulcers (PU). These complications were shown to be the most frequent in acute care hospitalization following SCI.¹⁴ Overall respiratory complications included pneumonia, acute respiratory distress syndrome, pulmonary embolism, bronchitis, atelectasis and pulmonary oedema. Since the incidence of pneumonia is high in patients with acute tetraplegia, pneumonia was also analyzed separately.^{27, 31} Respiratory complications were diagnosed using clinical features and were confirmed by a radiologist using chest X-rays.¹⁰³ UTI was diagnosed using criteria from the 2006 Consortium for Spinal Cord Medicine Guidelines, based on the presence of significant bacteriuria, pyuria, and signs and symptoms of UTI¹⁰⁴. Finally, the presence of PU was diagnosed based on the clinical guidelines defined by the National Pressure Ulcer Advisory Panel¹⁰⁵. The complication rate refers to the proportion of patients who developed one or more of the above-mentioned complications during their stay at the specialized SCI center, and was expressed as a percentage. The rate of individuals with multiple complications was defined as the proportion of patients sustaining two or more complications.

Length of stay and costs

The total LOS was defined as the number of days from arrival at the emergency room of either NS hospital or SCI center after the trauma until discharge from the SCI center to the rehabilitation center. For Group 2, the total LOS comprised two distinct

portions: 1) LOS in the NS hospital (days between arrival at the emergency room and transfer to the SCI center) and 2) LOS in the SCI center. LOS in a NS hospital was also collected for patients in Group 1, as most of these patients were first transported from the site of trauma to a community hospital prior to being transferred to the SCI center. LOS in the intensive care unit (ICU) and the ward of the SCI center was also collected for both groups.

In our system of care, urgent and acute care such as that required for traumatic SCI is covered by our universal healthcare system as well as all fees related to the care of the patients. All the costs of hospitalization are paid from the hospital's budget, except for the physicians who are self-employed private entities receiving a fixed salary for every working day, in addition to a fee-for-service scale similar for all physicians of the same specialty throughout the province. Costs related to hospital care at the SCI center (excluding costs for prior care at NS center) were estimated using the "Niveau d'Intensité Relative des Ressources Utilisées" (NIRRU) index corresponding to the relative intensity level of resources used. This NIRRU index is specific to the province of Quebec but is similar to the Resource Intensity Weights used in the rest of Canada, and is based on the Maryland cost index adjusted for conditions specific to the province of Quebec. The NIRRU index encompasses all resources involved during hospitalization, but excludes physician fees. The objective of this study was to compare the resources utilization during the hospitalization in the specialized center for both groups. It was important to compare fees similarly for SCI and NS center patients. Then, since the spine surgery and, on some occasions, the tracheostomy were performed in the NS center for individuals preoperatively managed there (Group 2), all costs related to the spine surgery and tracheostomy placement were excluded for both groups. All other procedures such as the rehabilitation therapies, wound care and any additional surgeries occurring in the specialized SCI center were included in the estimation of costs. Costs in \$CAD were then derived from the partial NIRRU index after adjusting for patients' clinical conditions, risk of mortality and resources used, as well as for additional costs related to the teaching involved in our university-affiliated SCI center. Costs were then

adjusted according to the Canadian average rate of inflation between the year of hospitalization for each patient and 2014. It should also be mentioned that transportation fees were not included in the partial NIRRU index for cost estimation in the present study. The costs for transportation by ambulance typically depends on the distance and time required for transfer since it is provided by the public healthcare system. Considering that all patients were ultimately transferred to our specialized SCI center, it is unlikely that the costs for transportation differ significantly for each specific patient whether he/she is transferred pre- or postoperatively.

Statistical Methods

In order to compare the two groups, we first used non-parametric analyses (Mann-Whitney tests for continuous variables and chi-square tests for categorical variables). The IBM SPSS Statistics Version 21 software package was used for all statistical analyses.

In order to account for discrepancies in patient characteristics and potential confounding factors, multiple regression models were used to determine the impact of the timing of admission to the SCI-center (type of perioperative acute care facility) on our outcome variables. For the dichotomous outcome of occurrence of medical complications, a multivariate logistic regression model was used. As a first step, bivariate analyses (chi-square and t-tests for categorical and continuous variables respectively) were used to determine the strength of association between each independent variable and the occurrence of complications. We then retained variables that were associated with the outcome (medical complications) with a p-value < 0.2 for the multivariate regression model. The same procedure was done to identify variables associated with the occurrence of respiratory complications in a separate model.

We used multiple linear regression models to determine the impact of the timing of admission to the SCI-center (type of perioperative acute care facility) on the following two continuous outcomes: LOS at the SCI-center and costs (excluding

surgery and tracheostomy involved during the acute care hospitalization). A backward stepwise method was used with a level of significance of 0.05. The main independent variable was the type of perioperative acute care facility (Group 1- SCI-center and Group 2- NS center). Thirteen independent variables were included in each model as covariables: a) age; b) gender; c) ISS (<29 and \geq 29); d) surgical delay (<24h or \geq 24h post-trauma); e) ASIA grade (A or B); f) neurological level (high cervical – C1 to C4 or low cervical – C5 to C8); g) presence of concomitant TBI; h) occurrence of respiratory complications; i) occurrence of pneumonia; j) occurrence of PU; k) occurrence of UTI; l) occurrence of at least one complication; m) occurrence of multiple complications (two and more).

RESULTS

Patient characteristics

The entire cohort for our study consisted of 116 subjects who sustained a traumatic motor-complete cervical SCI. There were 87 patients in Group 1, while 29 were in Group 2. Patient socio-demographic and clinical characteristics are shown in Table 1. There were no significant differences between the two groups in terms of age, gender, AIS grade, neurologic level and trauma severity as measured by the ISS, but there was a tendency towards higher trauma severity in Group 2 ($p=0.05$). Fifty-three percent of patients from Group 1 had a TBI, which was nearly twice as large as for Group 2 (27.6%; $p=0.02$). There was no significant difference in the mortality rate or surgical delay for both groups.

Medical complications

Approximately 70% of individuals experienced at least one complication during the hospital stay at the SCI-center, which was similar for both groups (Table 2). When looking at individual types of complications, there were no differences between the two groups with respect to respiratory complications, pneumonia, UTI and PU.

Two variables were associated with the overall occurrence of medical complications following bivariate analyses (Table 3) and were then included in the multivariate logistic regression model: 1) the neurologic level of injury, and 2) trauma severity (ISS). The type of perioperative acute care facility (Group 1 or 2) was also included in the final model since it was defined as our main independent variable. Individuals with higher trauma severity (ISS ≥ 29) showed an increased likelihood of developing a medical complication, with an odds ratio of 4.0 ($p=0.01$) (Table 4).

Length of stay

Ninety-four percent of patients from Group 1 (82 patients out of 87) were transported from the site of trauma to a community hospital prior to their transfer to the specialized SCI center. However, the delay between the trauma and admission to the specialized SCI center, including the time spent in the community hospital, was short (median of 0.2 days) (Table 5). On the other hand, patients in Group 2 spent more than two weeks (median of 18.8 days, mean of 27.4 ± 26.5 days, $p < 10^{-3}$) in a NS hospital prior to their transfer to the SCI center. Once transferred to the SCI center, patients in Group 2 remained hospitalized longer in comparison with Group 1, including in the ICU, as shown in Table 5. Ultimately, the total hospital LOS between the trauma and discharge to the rehabilitation center was nearly twice as long for subjects in Group 2 as compared to Group 1 (Table 5). Since the trauma severity (burden of associated traumatic injuries) may significantly influence the LOS and costs related to the acute care hospitalization, an additional comparison was performed between individuals with similar trauma severity (ISS < 29 vs. ≥ 29) (Table 6). The LOS remained significantly longer in Group 2 stratified according to their trauma severity.

The multiple linear regression analyses showed that perioperative management in a NS center (Group 2) ($\beta 50.5$, 95% CI 30.8-70.2), presence of multiple complications ($\beta 50.2$, 95% CI 33.0-67.4) and older age ($\beta 0.6$, 95% CI 0.1-1.0), were significantly associated with longer LOS in the SCI-center ($R^2=0.36$).

Hospitalization costs

Total costs related to the acute care management were similar for both groups (group 1 median of \$15,552, IQR 14,407 vs. group 2: median \$21,630 IQR 11,583-332,539; $p=0.47$). However, costs using partial NIRRU indices excluding surgery and tracheostomy for both groups were over \$7,000 CAN lower for Group 1 (median of \$10,522, IQR 6840-18,896) than Group 2 patients (median of \$17,920, IQR 11,158-24,500) ($p<10^{-3}$).

The multivariate linear regression model for SCI center hospitalization costs (excluding tracheostomy and spine surgery) revealed that higher costs were significantly associated with two factors: perioperative management in the NS center (Group 2) ($\beta 7070.4$, 95% CI 1589.8- 12551.0), and the occurrence of respiratory complications ($\beta 5796.0$, 95% CI 125.8- 11466.2) ($R^2=0.19$).

DISCUSSION

Prompt transfer to the SCI-center was shown to be beneficial following a SCI. Although no study to date has proposed a specific timeframe for regional (non-specialized) hospital centers to transfer patients to SCI-centers following medical stabilization following SCI, our results support that pre-surgical referral to the SCI-center may decrease acute care LOS and costs. Results of this study also indicate that the rate of medical complications during the SCI-center stay was similar for both groups (Group 1 or 2), but may have lead to a longer acute care hospitalization duration and costs.

The rate of medical complications in this study was nearly 70% for both groups, which is at the higher end of previously reported data, ranging from 20% to 84% worldwide.^{16, 35, 41, 106} This great variability may be attributed to the different methods and definitions employed. Data on complications in this study were collected prospectively, similar to Grossman et al.³⁵ who also used a prospective data collection and reported a rate of 84% in patients with complete SCI. Others used a retrospective

data collection and may have not had a complete picture of all the medical complications.^{16, 41, 106}

Specialized acute care SCI-centers improve outcomes and decrease the occurrence of complications following a SCI.^{7, 107} Surprisingly, results of this study did not confirm our initial hypothesis of a lower occurrence of medical complications in Group 1. It is however important to underline that complications developed in the NS center which had resolved at the time of admission in the SCI-center were not included in the current study. It is thus possible that the number of complications was underestimated in Group 2, considering that the average stay in the NS center prior to transfer was considerable (mean of 27.4±26.5 days), ample time to develop a complication and for it to resolve. On the other hand, the rate of medical complications for Group 1 might have been overestimated since this Group had a higher proportion of persons with concomitant TBI than Group 2. The occurrence of concomitant TBI is a risk factor for complications following SCI.^{72, 108}

Considering that complete acute care management in a NS center was previously shown to be associated with a higher complication rate,^{7, 95, 107} referral to a SCI-center following surgery seems beneficial in order to prevent the expected increase in complication rate for patients managed exclusively in a NS center. Lowering the complication rate following surgery in a NS center to a level similar to that achieved with complete management in a SCI-center could require additional efforts and resources, as suggested by the longer LOS in the SCI-center for Group 2 despite a mean of 27 days already spent in the NS center. Moreover, 10.3% of patients in Group 2 were admitted to the SCI-center with existing complications developed during their stay at the NS-center, which would require additional care from the SCI-center team in order to promote the healing process but also to prevent recurrence.¹⁰⁹

The occurrence of medical complications during the SCI-center stay was associated with higher trauma severity. Individuals sustaining multiple associated traumatic injuries may require additional invasive treatments and may experience prolong

immobilization, which may impair the rehabilitation process and put them at higher risk of complications.⁴⁶

Longer duration of acute care and higher costs were required for individuals preoperatively managed in a NS center. Determining factors specific to SCI-centers that may influence the LOS and costs of care is however complex. In theory, there are three aspects of patient care that differ between the two groups in this study: 1) preoperative management, 2) surgical procedure, and 3) early postoperative care and prevention of complications. In practice, coordinated and continuum of care between the trauma and surgical teams, and particularly between the surgical and early rehabilitation teams also differs between the two groups. In a specialized SCI center like ours, the rehabilitation team (physical rehabilitation doctors, physiotherapists, occupational therapists, clinical nurses, social workers, liaison nurse, etc.) is involved as soon as the patient is admitted in order to prevent complications that could delay the intensive functional rehabilitation. Immediately after surgery, management of the patient is primarily under the responsibility of the rehabilitation team in order to prepare the patient for intensive functional rehabilitation: 1) prevent/reduce complications, 2) achieve medical stabilization before transfer to the rehabilitation facility, 3) determine the potential for neurological/functional recovery, 4) evaluate the resources and goals required in terms of chronic rehabilitation, 5) increase function and promote neurological recovery, and 6) determine when patients are ready for discharge from the acute care facility. Timely initiation of protocols for early rehabilitation is also a crucial aspect of our rehabilitation team to facilitate the orientation of the patients in the chronic phase. Early coordination of care throughout the peri-surgical phase following a SCI could reduce the time, costs and resources required during the acute hospitalization period. This is supported by previous studies that have suggested that prompt transfer to a SCI-center optimize outcomes following SCI^{7, 17}. Although level and severity of the SCI are recognized as the main predictive factors of outcome following SCI^{15, 95}, our study indicates that timing of referral to the SCI-center which is a modifiable factor, can have an impact on outcomes.

One may ask if a potential higher complexity of cases may justify why some patients were sent to SCI-center later and therefore explain results of this study. However, this hypothesis is somehow counterintuitive and is not supported by the following observations. First, as NS centers typically do not involve healthcare providers specialized in the management of traumatic SCI and because they receive low volume of patients for this condition, it is not likely that NS centers would prefer to delay transfer to a specialized SCI center for complex patients requiring more complex management. Moreover, in our public healthcare system, there is no economical reason for NS centers to treat more complex patients with traumatic SCI, since it would increase their costs and use of resources. But more importantly, we would like to highlight that all patients sustained a similar injury involving a cervical motor-complete SCI, which involves a complex surgical and postoperative course for all patients. Individuals sustaining a motor-complete SCI, whether AIS A or B represent a relatively homogenous group of patients with regard to their acute management, since both cervical AIS A and B injuries lead to severe motor, autonomic and respiratory dysfunction requiring particular care in the ICU following the injury, when deficits are at their peak^{94, 110, 111}. Although recent studies have demonstrated that sensory sacral sparing (AIS-B) is associated with distinct *long-term* neurological and functional outcomes in comparison with complete SCI (AIS-A)^{9, 112}, there is no study to our knowledge that has specifically compared these two severity groups on acute care outcomes.

Although there was a tendency towards higher trauma severity in Group 2 (NS center), when we stratified on severity, the results were similar with respect to a longer LOS for Group 2. On the other hand, the higher percentage of TBI in Group 1 (patients entirely treated in the SCI center) may rather suggest a higher complexity in this group and therefore further reinforce results of this study.

Regarding results of the regression analysis, two factors were predictive of the LOS with the type of perioperative acute care facility: the occurrence of multiple

complications and older age. These findings are not only intuitive but also well supported by previous studies^{15, 66, 113, 114}. The presence of complications, such as urinary tract infection (UTI), pressure ulcers and pneumonia was demonstrated to increase costs of acute care hospitalization in SCI patients¹⁵, and is also recognized as a frequent and major cause of morbidity^{32, 35, 44, 115-117} associated with longer LOS^{15, 95}. Older age may be a factor associated with duration of acute care LOS for many reasons including higher comorbidity burden and increased risk of complication occurrence, increasing vulnerability following a SCI^{113, 114}.

Besides the type of perioperative acute care facility, the occurrence of respiratory complications was revealed as an important factor influencing costs of acute care. Respiratory complications such as acute respiratory insufficiency, pneumonia and atelectasis may frequently occur in patients with higher levels of cervical SCI¹¹⁸, and particularly in individuals under mechanical ventilation support^{32, 36}. Mechanical ventilation support requires substantial hospital resources and important costs^{15, 36, 119}, which may partially explain our results. Moreover, respiratory complications may also prolong the intensive care duration, which is also very costly.

Limitations

The main limitations of this study are the small number of patients and its retrospective nature. Group 2 included only 29 patients arriving from many different hospital centers. Patient management may vary between centers and some of these differences may account for the disparities in LOS and costs. A prospective study including more patients and information about the occurrence of medical complications during the NS center should be performed.

Potential biases during data acquisition may have occurred due to the retrospective nature of this study. However, it is important to mention that all variables included in this study are collected routinely for all patients sustaining a traumatic SCI at our institution, and is performed by a medical archivist who was not involved in the

present study. The inclusion of inpatient rehabilitation fees could have been an interesting feature to add to our analyses as it also represents an important cost driver following a SCI in Canada⁹². However, it is also important to mention that we have strict criteria for transferring patients to intensive functional rehabilitation facilities that were exactly the same between the two groups. Consequently, it is assumed that the costs of intensive functional rehabilitation would be similar between the two groups. This is indeed related to a major finding of our study, that increased costs and resources are required for patients in Group 2 to reach the same discharge milestones to prepare them for transfer to intensive functional rehabilitation.

The initial AIS evaluation was assessed at arrival to the SCI-center. Thus, it is possible that Group 2 had a more severe SCI initially after the trauma. However, since all patients sustained a severe SCI (motor-complete SCI), which generally is associated with limited neurological recovery, it is less likely to have influenced our results.

Reasons for retention of patients in NS center remain unclear and should be assessed in a future study. According to our clinical experience, desire to build a local expertise for this population was likely the main motivation of NS center. However, the possibility of any difficulty in the transfer process of patients between NS and SCI patients should be investigated in a future study.

Conclusions

Length of stay and costs were significantly decreased with early admission to a specialized SCI-center for complete perioperative care following a motor-complete cervical SCI. Transfer to a SCI-center may limit the occurrence of medical complications during the SCI-center stay to a level similar to individuals completely managed in specialized centers, but at the expense of higher resource utilization. Considering that individuals suffering from a motor-complete cervical SCI may have limited neurologic recovery potential⁵⁴ and are at particular risk of acute multisystem

dysfunction and complications¹¹⁵, providing highest quality of care in a specialized acute care facility prior to surgical management should be emphasized. These results may underscore the importance of complete perioperative care in a specialized center that has the expertise in managing these complex cases.

Table 1 : Demographic and clinical characteristics based on the type of perioperative acute care facility (Group 1-SCI-center or Group 2-NS center) (N=116)

| Characteristics | | SCI center (Group 1) | NS center (Group 2) | p-value | |
|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------|-----|
| | <i>N</i> | --- | 87 | 29 | --- |
| Age | Median (IQR) | 46.0 (28.6-62.0) | 48.0 (23.5-64.5) | 0.97 | |
| Gender | % Male | 78.2 | 82.8 | 0.60 | |
| ISS | % ≥ 29 | 39.1 | 58.6 | 0.05 | |
| AIS grade | % A | 65.5 | 82.8 | 0.08 | |
| | % B | 34.5 | 17.2 | | |
| Neurological level | % C1-C4 | 51.7 | 62.1 | 0.33 | |
| TBI | % TBI | 51.3 | 27.6 | 0.02* | |
| In-hospital death | % deceased | 9.2 | 6.9 | 0.70 | |
| Surgical delay | % >24h post injury | 54.0 | 51.7 | 0.83 | |
| Smoking status | % active or previous smoking | 47.1% | 44.8% | 1.00 | |

AIS grade. ASIA Impairment scale grade; ISS. Injury severity score; TBI. Traumatic Brain Injury

Table 2 : Comparison of the proportion of medical complications according to the type of perioperative acute care facility (Group 1 or Group 2)

| Occurrence of complications | Type of perioperative acute care facility | | p-value |
|---|---|-------------|---------|
| | Group 1 | Group 2 | |
| | (SCI-center) | (NS-center) | |
| Overall respiratory % | 54.0 | 51.7 | 0.83 |
| Pneumonia % | 47.1 | 41.4 | 0.67 |
| Pressure ulcer % | 36.8 | 34.5 | 1.00 |
| Urinary tract infection % | 20.7 | 31.0 | 0.31 |
| At least one complication (one or more) % | 71.3 | 72.4 | 1.00 |
| Multiple complications (two or more) % | 44.8 | 37.9 | 0.67 |

Table 3 : Factors associated with medical complications Bivariate analysis

| Potential factors | Proportion of medical complications | P-value |
|-------------------|---|-------------------|
| SCI-center | 71.3% | 1.00 |
| NS center | 72.4% | |
| Male | 72.8% | 0.61 |
| Female | 66.7% | |
| ISS<29 | 60.0% | <10 ⁻³ |
| ISS≥29 | 86.3% | |
| AIS-A | 72.8% | 0.66 |
| AIS-B | 68.6% | |
| Level C1-4 | 79.4% | 0.06 |
| Level C5-8 | 62.3% | |
| TBI | 66.7% | 0.31 |
| No TBI | 75.8% | |
| Surgical Delay | | |
| <24h | 71.4% | 1.00 |
| ≥24h | 71.6% | |
| Smoker | 70.4% | 0.84 |
| Non-smoker | 72.6% | |
| Age (Mean +/-SD) | 44.8±18.5 (complications) 49.1±21.1 (no complications) | 0.28 |

SCI, Spinal cord injury; NS, Non-specialized ; ISS, Injury severity score; AIS, ASIA impairment scale; TBI, Traumatic brain injury.

Table 4: Factors associated with the occurrence of medical complication during the acute care hospitalization using multivariate logistic regression analyses (n=116)

| Variable | Odd ratio | 95%CI | p-value |
|---|----------------|-------------|---------|
| Type of perioperative acute care management | | | |
| Group 1 (SCI-center) | 0.7 | (0.3; 2,1) | 0.74 |
| Group 2 (NS-center) | 1 ^d | | |
| Neurologic level of injury | | | |
| C1-C4 | 2.0 | (0.8; 4.8) | 0.12 |
| C5-C8 | 1 ^d | -- | |
| ISS | | | |
| <29 | 1 ^d | | |
| ≥29 | 4.0 | (1.5; 10.6) | 0.01* |

1^d, reference category
ISS, Injury severity score

Table 5: Comparison of length of stay (LOS) according to the type of perioperative acute care facility (Group 1 or Group 2)

| Hospitalization stay (in days) | | | Group 1 (SCI-center) | Group 2 (NS center) | p-value |
|---|-----------------------------|--------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| Prior to SCI-center admission | Regional center (NS center) | Median | 0.2 | 18.8 | <10 ⁻³ * |
| | | (IQR) | (0.1-0.3) | (8.2-36.3) | |
| From admission to discharge of the SCI-center | In the ICU | Median | 14.0 | 34.0 | 0.04* |
| | | (IQR) | (8.0-37.0) | (12.5-89.0) | |
| | In the ward | Median | 40.0 | 68.0 | <10 ⁻³ * |
| | | (IQR) | (24.0-67.0) | (35.5-119.0) | |
| Total acute care hospitalization | | Median | 40.0 | 93.0 | <10 ⁻³ * |
| | | (IQR) | (24.0-67.0) | (61.0-149.0) | |

ICU: Intensive care unit

Table 6 : Comparison of the length of stay (LOS) in the SCI-center and costs of care according to the type of perioperative acute care facility (Group 1 or Group 2) stratified for trauma severity (ISS <29 vs. ≥29) (N= 116).

| | | Group 1 (SCI-center) | Group 2 (NS center) | p- value |
|-----------------------------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| ISS ≥29 | | | | |
| N | --- | 34 | 17 | --- |
| LOS in the SCI- center | Median (IQR) | 57.0 (32.3-101.3) | 107.0 (65.5-149.0) | 0.01* |
| Costs | Median (IQR) | 19928.5 (10845.1-21191.6) | 25555.4 (15572.8-30605.8) | 0.06 |
| ISS <29 | | | | |
| N | | 53 | 12 | |
| LOS in the SCI- center | Median (IQR) | 32.0 (23.5-55.5) | 86.0 (60.0-149.6) | <10 ⁻³ * |
| Costs | Median (IQR) | 10144.2 (6478.5-17332.7) | 17028,3 (8523.1-20776.3) | 0.13 |

LOS: Length of stay

5.2. Résultats complémentaires

Cette section présente les données relatives à l'évaluation de l'impact des centres spécialisés cette fois sur certaines issues respiratoires importantes chez les patients tétraplégiques avec lésion médullaire complète.

5.3.1. L'impact des centres spécialisés sur les issues respiratoires chez les patients tétraplégiques complets

Soixante seize patients avec LMT cervicale complète (AIS-A) admis de façon consécutive dans un centre de traumatologie de niveau-1 entre avril 2008 et novembre 2014 ont été évalués. Encore une fois, le Groupe 1 consistait en 55 patients ayant bénéficié d'une gestion complète chirurgicale et péri-opératoire en centre de soins spécialisés, alors que le Groupe 2 consistait en 21 patients gérés d'abord en centre non spécialisé pour être transférés en centre spécialisé seulement au cours de la période post opératoire. Les patients traités non chirurgicalement et ayant une lésion incomplète ont été exclus. Plusieurs variables sociodémographiques et cliniques ont été relevées de façon similaire au projet précédemment exposé (Tableau 1).

Les variables principales de résultat consistaient en la proportion d'individus ayant nécessité un support respiratoire mécanique ou une trachéostomie. La durée de ventilation mécanique (le nombre total d'heures de ventilation mécanique au cours du séjour en centre spécialisé) a également été comparé. Des analyses de comparaison directes ont été effectuées, soit des analyses non-paramétriques pour les variables continues et des analyses de chi-carré pour les variables catégoriques (tableau 2) avec un seuil de signification à 0.05.

Table 1: Socio-demographic and clinical characteristics based on the type of perioperative acute care facility following a complete cervical SCI (N=76)

| | | Perioperative acute care facility | | p |
|---------------------------|---------------|-----------------------------------|-----------|-------|
| | | SCI-center | NS center | |
| | | (N=57) | (N=24) | |
| Age | Mean | 43.6 | 42.5 | 0.83 |
| | SD | 17.8 | 19.0 | |
| Gender | % male | 75.4 | 83.3 | 0.44 |
| Smoking status | Non-smoker | 56.1 | 62.5 | 0.37 |
| | Active smoker | 22.8 | 29.2 | |
| | Former smoker | 21.1 | 8.3 | |
| Obesity | % Obese | 1.8 | 4.2 | 0.52 |
| COPD | % COPD | 0 | 0 | 1.00 |
| ISS | mean | 35.3 | 42.7 | 0.31 |
| | SD | 16.0 | 20.9 | |
| Neurological level | % C1-C4 | 56.1 | 66.7 | 0.38 |
| TBI | % TBI | 59.1 | 25.0 | 0.03* |
| Dysphagia | % dysphagia | 3.5 | 16.7 | 0.04* |
| Surgical delay | % ≤ 24h | 54.4 | 41.7 | 0.30 |
| In-hospital death | % deceased | 8.8 | 8.3 | 0.95 |

COPD. Chronic obstructive pulmonary disease; ISS. Injury severity score; TBI. Traumatic brain injury

Table 2: Respiratory outcomes in patients with a complete cervical SCI according to the type of perioperative acute care facility

| | | Perioperative acute care facility | | P |
|--|---|-----------------------------------|---------------------|---------------------|
| | | SCI-center (N=57) | NS center (N=24) | |
| Tracheostomy placement | % with tracheostomy | 35.1 | 70.8 | <10 ⁻³ * |
| | % with tracheostomy done at the NS center | 0.0 | 58.8 | <10 ⁻³ * |
| Mechanical ventilation | % with ventilation support | 86.0 | 79.2 | 0.45 |
| Mechanical ventilation duration (hours) | Mean | 522.5 | 1631.5 | |
| | std | 711.8 | 1541.5 | 0.01* |

Selon ces résultats, les deux groupes de patients présentent des caractéristiques similaires sauf pour un taux de TCC plus élevé dans le Groupe 1 et un taux de dysphagie plus élevé dans le Groupe 2. Pour ce qui est des issues respiratoires, les deux groupes de patients ont également démontré un taux similaire de ventilation mécanique.

Toutefois, tel que démontré par la proportion de trachéostomie et de durée de ventilation mécanique, les patients ayant été admis tardivement en centre de soins spécialisés ont démontré plus de difficulté à se servir du support respiratoire. Dans le contexte où l'intubation trachéale retarde la réadaptation du patient, prolonge l'immobilisation et les périodes de somnolence, la trachéostomie est généralement préconisée chez les patients qui sont suspectés de nécessiter une ventilation prolongée.

Des analyses de régression multi variées seront effectuées afin d'évaluer l'association entre le type de centre de soins aigus péri opératoire, la trachéostomie et la durée de ventilation mécanique tout en tenant compte de certains facteurs confondants. Ces résultats préliminaires suggèrent toutefois qu'une gestion péri opératoire complète en centre de soins spécialisés pour les patients avec tétraplégie complète soit associée avec une diminution des taux de trachéostomie et de durée de ventilation mécanique, eux-mêmes associés à des limitations fonctionnelles sévères et des coûts hospitaliers faramineux.^{38, 57}

**ACUTE CARE HOSPITALIZATION FACTORS ASSOCIATED WITH
FUNCTIONAL RECOVERY SIX MONTHS FOLLOWING TRAUMATIC
SPINAL CORD INJURY**

Authors: Andréane Richard-Denis, MD^{1,2,4}
Debbie Ehrmann Feldman, Ph.D^{2,4}
Cynthia Thompson, Ph.D¹
Jean-Marc Mac-Thiong, MD, Ph.D^{1,2,3}

Affiliations:

1. Hôpital du Sacré-Coeur, Montréal, Canada
2. Faculty of Medicine, University of Montreal, Montreal, Canada
3. Hôpital Sainte-Justine, Montreal, Canada
4. Centre for interdisciplinary research in rehabilitation

Corresponding author:

Andréane Richard-Denis, MD
Department of Medicine (Physical medicine and rehabilitation specialist)
Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal
5400 Boul. Gouin Ouest
Montréal, Quebec, Canada, H4J 1C5
Tel: 514-338-2050; Fax: 514-338-3661

Running title: Prediction of function following spinal cord injury

Article soumis dans Journal of Spinal Cord Medicine (Mai 2016)

ABSTRACT

Objectives: To determine factors associated with functional status six months following a traumatic cervical and thoracic spinal cord injury (SCI), with a particular interest in factors related to the acute care hospitalization stay.

Design: In this prospective cohort study, we studied 15 potential variables associated with the outcome: functional status six months post injury, as scored on the Spinal Cord Independence Measure (SCIM). Univariate regression analyses were first performed followed by a general linear model in order to determine the most relevant predictive factors. Analyses were carried out separately for tetraplegia and paraplegia.

Setting: A single specialized Level I trauma center.

Participants: 159 patients hospitalized for an acute traumatic SCI between January 2010 and February 2015.

Interventions: Not applicable.

Main outcome measure: Spinal Cord Independence Measure (SCIM III) score.

Results: Motor-complete SCI (AIS-A, B) was the main factor associated with decreased total SCIM score in tetraplegia and paraplegia. Longer acute care length of stay and the occurrence of acute medical complications were predictors of decreased functional outcome following tetraplegia, while increased body mass index and higher trauma severity were associated with decreased functional outcome following paraplegia.

Conclusions: This study stresses the importance of optimizing acute care hospitalization as it may influence functional status six months following traumatic SCI.

Disclosure statement: This research was funded by the MENTOR Program of the Canadian Institutes of Health Research, by the Fonds de recherche du Québec – Santé, by the Department of the Army – United States Army Medical Research Acquisition Activity, and through the Rick Hansen Spinal Cord Injury Registry. The authors report no declarations of interest.

Keywords

Spinal cord injuries; prediction; function; acute; trauma

INTRODUCTION

The occurrence of traumatic spinal cord injury (T-SCI) may be devastating as it is associated with significant permanent functional disabilities. Prediction of function is important after a T-SCI in order to guide patient care, plan rehabilitation and better optimize resource utilization.

Previous studies support that severity of the T-SCI at initial presentation is the main factor associated with neurologic and functional outcomes, with complete SCI predicting worse outcome^{12, 54, 120-122}. The impact of other clinical and socio-demographic characteristics, such as the level of the SCI or age, is debated^{12, 63, 120, 122}. While most predictive factors of functional recovery following SCI are non-modifiable, potential modifiable predictors, such as clinical events occurring during the course of the acute care hospitalization may be of importance. The surgical planning^{13, 85, 123-125}, treatment of early spasticity^{86, 126}, the occurrence of medical complications and the acute care length of stay (LOS)⁸⁷ may influence the rehabilitation process and/or the neurological recovery. However, no study to date has considered factors related to the acute care hospitalization process in a prediction model of functional outcome.

Previous studies predicting functional recovery are based on general functional outcome scales, such as the Functional Independence Measure (FIM) or the Glasgow Outcome Scale (GOS)^{10, 120, 121, 127}. Unfortunately, these instruments were not designed for evaluating individuals sustaining T-SCI. The Spinal Cord Independence Measure (SCIM) was created to specifically assess functional outcome in individuals with SCI⁸⁹ and is more sensitive to change as compared to the FIM scale⁸⁹. The SCIM scale is now widely used and has demonstrated its consistent reliability, consistency and sensitivity to change⁸⁹.

The purpose of this study was to determine the impact of various socio-demographic and clinical characteristics collected during the acute care hospitalization phase on

functional recovery six months following a T-SCI, as measured by the total SCIM score. Analyses were performed separately for tetraplegia and paraplegia, since outcomes and factors contributing to these outcomes may differ substantially

METHODS

Patients

Our analyses were based on a prospective cohort of 159 adult patients with acute T-SCI (C1 to L1) consecutively admitted to a single Level I trauma center specialized in SCI between January 2010 and February 2015 (126 males and 33 females; 46.2±20.0 years old). Patients without overt spinal instability or central cord syndrome were excluded because these individuals typically present better functional outcome. This study was approved by the institutional review board and all patients were enrolled on a voluntary basis during the acute hospitalization. All patients signed an informed consent form and were included in the study if they were seen at the routine follow-up visit 6 months after the trauma.

Data collection

Information pertaining to the age, gender, body mass index (BMI), trauma severity measured by the Injury Severity Score (ISS), presence of a high velocity trauma, as well as presence of a concomitant moderate or severe traumatic brain injury (TBI) were collected by research assistants.

The neurologic evaluation was performed based on the recommendation of the American Spinal Cord Injury Association (ASIA) upon admission for all patients and was characterized using the neurologic level of the injury (NLI) defined as the most caudal level with preserved normal sensation and motor function. Then, the NLI was dichotomized for tetraplegia as high (C1 to C4) vs. low cervical (C5 to T1) and for paraplegia as high (T2-T7) vs. low thoracic/lumbar (T8-L1). The ASIA impairment scale (AIS) was used to determine the severity of the SCI and was dichotomized as

motor-complete (AIS-A or B) or incomplete (AIS-C or D) injury. The AIS motor score was also noted, with a higher score designating higher motor strength¹²⁸.

Clinical factors during the course of acute care hospitalization were also collected. First, the occurrence of non-neurological complications (pneumonias, urinary tract infections (UTI) and pressure ulcers (PU)) was noted, since they are the most prevalent complications occurring after a T-SCI¹³. Pneumonia was diagnosed using clinical features and confirmed by a radiologist using chest X-rays¹⁰³. UTI were diagnosed using criteria from the 2006 Consortium for Spinal Cord Medicine Guidelines for healthcare providers¹⁰⁴; and PU were diagnosed using clinical guidelines defined by the National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP)¹⁰⁵. The occurrence of any of these complications during the acute care hospitalization as well as the occurrence of multiple complications (two or more) was noted.

The development of spasticity during the course of acute care hospitalization was noted based on physical findings by the physician and symptoms reported by the patient^{129, 130}, and required two of the following three criteria: 1) presence of increased velocity-dependent muscle tone at physical examination (Modified Ashworth scale score >1), 2) spasm and/or clonus noted at physical examination, and 3) spasm and/or clonus reported by the patient. The acute care LOS was defined as the number of days between admission and discharge from the acute care center. Finally, the delay of surgery designated the interval of time between the injury and time of incision (in hours) and was dichotomized into early (<24h post-trauma) and late surgery (≥24h post-trauma).

Outcome variable

The functional outcome corresponds to the primary outcome in this study and was evaluated six months after the trauma using the Spinal Cord Independence Measure Scale (SCIM, version III)⁸⁹. The SCIM evaluates three different areas of function: self-care (subscore 0-20), respiration and sphincter management (0-40) and mobility and transfers (0-40). The total score can reach 100 points with a higher score

corresponding to a higher level of autonomy. A research assistant scored the SCIM scale, and was not involved in the present study.

Analysis

IBM SPSS Statistics Version 19 software package was used for our statistical analyses. Our cohort was described using means \pm standard deviation for continuous variables, and proportions or percentages for categorical variables.

All analyses were performed separately for individuals sustaining tetraplegia and paraplegia. Independent variables initially considered as potential outcome predictors are shown in Table 1. Univariate linear regression analyses were used to determine the strength of association between each independent variable and the total SCIM score (dependant variable), in order to reduce the number of variables to a smaller and relevant subset of outcome predictors to be introduced into the final model. We retained variables with a level of significance of ≤ 0.1 . We also checked for collinearity (correlation of ≥ 0.7), and if there was collinearity between two independent variables, the variable with the smallest p-value from the univariate regression analyses was included in the General linear model (GLM). The association between the independent variables (Table 1) and the total SCIM score in the GLM was expressed in terms of beta (β) coefficients with 95% confidence interval (CI), and the R^2 was used as an indicator of the percentage of the variability explained by each model.

RESULTS

From the 159 patients initially enrolled in our study, 71 did not come to their six-month follow-up or withdrew from the study. Thus, a total of 88 patients were included in our analyses (Figure 1): 43 patients with tetraplegia and 45 patients with paraplegia. The patients who were lost to follow-up were older (mean age 51.2) than those who participated (mean age 42.1) but otherwise, did not differ from participants

in the study. Table 2 presents the socio-demographic and clinical characteristics of patients with tetraplegia and paraplegia.

Prediction of function for patients with tetraplegia

Four potential predictive factors were included in the GLM for tetraplegia (Table 1): AIS grade, occurrence of complications, presence of early spasticity and LOS in acute care. The three following variables were excluded from the GLM for collinearity issues: presence of multiple complications, AIS motor score and the ISS. In the final model, motor-complete SCI (AIS A or B), the occurrence of complications and longer acute care hospitalization stay were significantly associated with a decreased total SCIM score (Table 3). This model explained 67 percent of the variability of the total SCIM score ($R^2=0.671$).

Prediction of function for patients with paraplegia

Four independent variables were included in the GLM for paraplegia (Table 1): the AIS grade, BMI, trauma severity (ISS) and presence of early spasticity based on the simple regression linear analyses. The AIS motor score was excluded because of collinearity with the AIS grade. Motor-complete SCI (AIS A or B), higher BMI and ISS were significantly associated with a decreased total SCIM score (Table 4). This model explained nearly 55 percent of the variability of the total SCIM score ($R^2=0.548$).

DISCUSSION

Early identification of mid to long-term function can allow better communication between the health care professional and the patient (and family), promote efficient coordinated care and decrease resource utilization. This study identified relevant acute clinical factors associated with function six-months after a T-SCI.

The severity of the SCI remains the most important acute factor associated with functional outcome six months following a cervical or thoracic SCI. The association

of motor-complete SCI with total SCIM score was particularly strong. This finding is in line with previous studies^{10, 120, 122} suggesting that the absence of motor-sacral sparing following SCI predicts limited neurological recovery⁹, thereby leading to worse functional outcome^{12, 54}.

The occurrence of medical complications most frequently associated with T-SCI (pneumonia, UTI and PU) during the course of acute care hospitalization was also strongly associated with functional outcome six-months following tetraplegia. It is recognized that the occurrence of these complications in chronic SCI may interfere with physical and social well-being⁴⁵. But this study also suggests that the occurrence of medical complications during the acute phase may also influence the functional outcome as far as six-months post injury. Delay of the rehabilitation process and community reintegration may be possible consequences of acute care complications occurrence¹³¹, given that it also predisposes individuals with SCI to higher risk of chronic relapses¹⁰⁹. According to our analyses performed separately for tetraplegic and paraplegic patients, acute medical complications were revealed as significant factors associated with decreased function only for the tetraplegic group. Two possible explanations are put forth. First, previous studies have suggested that individuals sustaining tetraplegia may suffer from a higher number and increased severity of complications compared to patients with paraplegia^{27, 35, 111, 132}, which could further limit their functional recovery. There was no significant difference between the two groups in terms of number of complications; however, severity of complications (which we did not assess) may have been higher in the tetraplegic group. Another explanation is the timing of follow-up. Since persons with tetraplegia usually require longer acute care and inpatient rehabilitation hospitalization stay compared to paraplegic patients^{133, 134}, any significant delay in the process (such as the occurrence of medical complications) could substantially affect functional results six-months post-injury. It is therefore possible that a longer follow-up (e.g. at one year post-injury) would negate the impact of acute care medical complications on function at that point. Nevertheless, early pro-active management towards the prevention of secondary conditions following SCI should not be overlooked. As acute

care in specialized SCI-centers decrease the number and severity of complications⁷, prompt transfer to SCI-centers, particularly following motor-complete tetraplegia, is recommended⁷.

Longer acute care LOS was revealed as a significant factor associated with decreased total SCIM score following tetraplegia, adjusted for AIS, complications, and early spasticity. There may be other variables associated with longer acute care LOS such as social situation, mental health factors that may also affect function. In a previous study we have determined that prompt referral to a specialized SCI acute care center was associated with lower LOS (reference to article 1), which may in turn, optimize later function.

While it is assumed that spasticity can alter functional outcome, it remains unproven⁸⁶. Spasticity could potentially compensate for muscle weakness and ease mobility, but it can also interfere with movement, posture, sleeping, may be associated with pain and/or fatigue. Development of spasticity during the acute care stay was significantly associated with decreasing SCIM score in the univariate regression analyses, but it was not associated with the functional outcome when accounting for other covariates in our multivariate regression analyses. However, the severity of the spasticity was not taken into account in this study, and investigating the association between the severity of spasticity and function should be addressed in a future study.

Increased BMI significantly decreased functional recovery following paraplegia. Overweight or obesity may represent an additional challenge for mobility and accomplishing activities of daily living. It is possible that BMI affects functional outcome specifically in patients with paraplegia as an increased body weight could limit the optimal use of upper extremities in tasks such as transfers, wheelchair propulsion or the use of technical aids. Moreover, obesity may increase respiratory dysfunction associated with SCI by aggravating restrictive pulmonary syndrome⁶⁹, which in turn can alter general function.

Finally, higher trauma severity (increased ISS) was significantly associated with decreased total SCIM score following paraplegia. Associated injuries may require additional invasive treatments, which can delay rehabilitation and alter the functional recovery.

Study limitations

There are several limitations to this study. First, there was a significant loss to follow-up at six months. However, baseline characteristics of patients lost to follow-up were similar to those completing the study, except for age. In addition to the SCI, older age is typically associated with decreased mobility, which may explain the difficulty to comply with scheduled postoperative visits for patients not seen at the six-month follow-up. However, an interim analyses of 41 patients of the missing patients at six months but seen later at one year post-injury showed that the results were similar, suggesting that there was no significant selection bias in the current study. The interval of six months was chosen in the present study as the vast majority of the motor and functional recovery was suggested to occurs within the first three months following tetraplegia⁵⁴ and generally reaches a plateau around six months post-injury to slow down thereafter.^{12, 54, 135} The intensive functional rehabilitation is generally advanced or completed at this time¹³⁶. Motor recovery corresponds to the recovery at the neuronal level, which may translate into motor performance and functional recovery. However, a future study evaluating predictors of functional outcome 12 months post injury will be done as soon as follow-up of patients will be completed.

Also, criteria used in the present study to define the occurrence of spasticity can be debated. There is currently no reliable instrument to measure spasticity. Although our criteria were based on the recent spasticity literature in terms of clinical measurement of spasticity^{129, 137} and the importance of patient's perception¹³⁰, strong validation studies are still lacking. Unfortunately, the grade of pressure ulcer was not consistently noted in the medical chart, thus was not considered in this study. This

information would have been interesting since medical resources required to treat PU mainly depend on its severity. Finally, other unmeasured complications and secondary conditions may also influence outcome following SCI.

Conclusions

Our study identified clinical factors associated with functional outcome six months after a T-SCI causing tetraplegia and paraplegia. The severity of the SCI (ASIA grade) remains the main predictive factor of global function six-months post injury regardless of the neurological level. Higher body mass index and increased burden of associated injuries (trauma severity) were associated with worse functional outcome following paraplegia, while the occurrence of acute medical complications and longer acute care stay were significantly associated with worse functional outcome following tetraplegia. The optimization of acute care hospitalization may therefore significantly influence mid to long-term functional recovery especially in tetraplegia and this might underline the importance of early referral to specialized SCI-centers following traumatic cervical SCI.

Figure 1

Description of the inclusion process of patients in this prospective study.

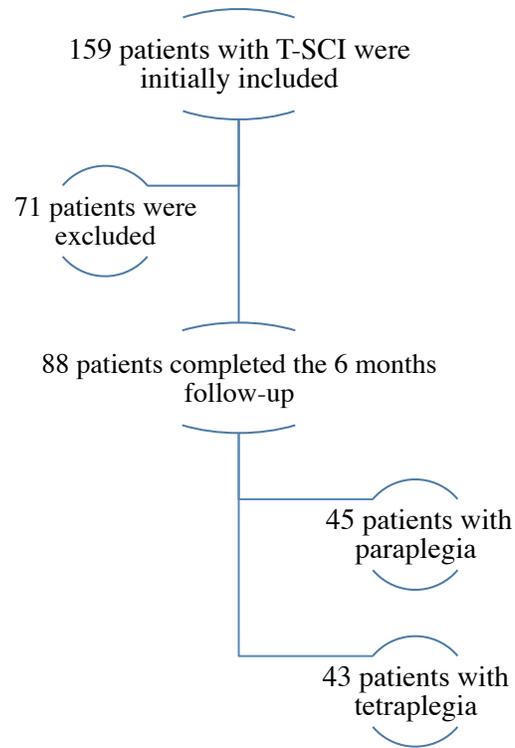


Table 1: Potential predictive variable associated with function six-months following TSCI

| <i>Potential predictive variable</i> | <i>Input variable for multivariate analysis</i> | | <i>Coding</i> |
|---|---|-------------------|---|
| | <i>Tetraplegia</i> | <i>Paraplegia</i> | |
| 1. Surgical delay | | | <24h post-trauma >24h post-trauma |
| 2. Early spasticity | x | x | Presence or not |
| 3. Gender | | | Male or female |
| 4. Age | | | Continuous |
| 5. Body mass index | | x | Continuous |
| 6. Smoking status | | | Active smoker Past or non-smoker |
| 7. Mechanism of traumatic injury | | | High-velocity trauma Non-high velocity trauma |
| 8. Occurrence of medical complications | x | | Presence or not |
| 9. Occurrence of multiple complications | | | Presence or not |
| 10. Initial ASIA Impairment Scale (AIS) grade | x | x | AIS grade A or B; no motor function is preserved in the sacral segments AIS grade C or D; motor function is preserved below the neurological level |
| 11. Initial ASIA motor score | | | Continuous |
| 12. Acute care LOS | x | | Continuous |
| 13. Presence of TBI | | | Presence or not |
| 14. Presence of moderate or severe TBI | | | Presence or not |
| 15. Initial neurologic level of the injury | | | <u>High level</u> <i>Tetraplegia: C1 to C4</i> <i>Paraplegia: T2 to T7</i> <u>Low level</u> <i>Tetraplegia: C4 to T1</i> <i>Paraplegia: T8 to L1</i> |
| 16. Injury severity score (ISS) | | x | Continuous |

ASIA. American Spinal Injury Association; TBI. Traumatic brain injury

Table 2: Socio-demographic and clinical characteristics at hospital admission for individuals with tetraplegia and paraplegia (total cohort N=91)

| <i>Characteristics</i> | <i>Tetraplegia</i> <i>N=43</i> | <i>Paraplegia</i> <i>N=45</i> |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|
| ASIA grade | | |
| <i>AIS-A,B (%)</i> | 65.1 | 82.2 |
| <i>AIS-C,D (%)</i> | 34.9 | 17.8 |
| Neurologic level | | |
| <i>High tetraplegia (C1-C4)</i> | 39.5 | --- |
| <i>Low tetraplegia (C5-T1)</i> | 60.5 | --- |
| <i>High paraplegia (T2-T7)</i> | -- | 22.2 |
| <i>Low paraplegia (T8-L1)</i> | -- | 77.8 |
| ASIA motor score (<i>mean ±SD</i>) | 38.1 (30.1) | 59.0 (16.7) |
| Age (<i>mean ±SD</i>) | 44.3 (17.2) | 40.0 (15.6) |
| Gender (<i>% Male</i>) | 74.4 | 86.7 |
| ISS (<i>mean±SD</i>) | 25.7 (14.1) | 27.2 (7.7) |
| BMI (<i>mean±SD</i>) | 27.4 (10.2) | 25.5 (4.0) |
| Presence of TBI (%) | 53.5 | 37.8 |
| Presence of moderate or severe TBI | 2.3 | 6.7 |
| Early surgery (<i><24h post-trauma</i>) (%) | 97.7 | 97.8 |
| Acute care LOS (<i>in days</i>) (<i>mean±SD</i>) | 32.7 (26.0) | 27.9 (16.8) |
| Presence of medical complications (%) | 58.5 | 40.0 |
| Presence of multiple complications (%) | 23.3 | 15.6 |
| Presence of early spasticity (%) | 74.4 | 48.9 |
| Smoking status (<i>% active smoker</i>) | 25.6 | 31.1 |
| High-velocity trauma mechanism (%) | 41.9 | 33.3 |

ISS. Injury Severity Score; BMI. Body Mass Index; TBI. Traumatic brain injury; LOS. Length of stay

Table 3: Factors associated with the total SCIM score six-months post injury for patients with acute traumatic **tetraplegia** (N=43)

| <i>Predictive variable</i> | Total SCIM score | | |
|------------------------------|---------------------|---------------|---------------------|
| | β coefficient | 95%CI | P-value |
| ASIA grade | | | |
| <i>AIS A-B</i> | -27.3 | (-42.9;-11.8) | <10 ⁻³ * |
| <i>AIS C-D</i> | 0 ^d | | |
| Occurrence of complications | -22.7 | (-37.6;-7.8) | <10 ⁻³ * |
| Acute care LOS | -0.3 | (-0.6; -0.1) | 0.02* |
| Presence of early spasticity | -2.5 | (-19.3; 14.3) | 0.77 |

R²= 0.671

0^d Reference category

ASIA, American Spinal Injury Association; LOS, Length of stay.

Table 4: Factors associated with the total SCIM score six-months post injury for patients with acute traumatic **paraplegia** (N=45)

| <i>Predictive variable</i> | Total SCIM score | | |
|------------------------------|---------------------|--------------|---------------------|
| | β coefficient | 95%CI | P-value |
| ASIA grade | | | |
| <i>AIS A-B</i> | -19.1 | (-31.3;-6.9) | <10 ⁻³ * |
| <i>AIS C-D</i> | 0 ^d | | |
| BMI | -1.3 | (-2.3;-0.4) | <10 ⁻³ * |
| ISS | -0.8 | (-1.4; -0.2) | 0.01* |
| Presence of early spasticity | -6.3 | (-13.9;1.4) | 0.11 |

R²= 0.548

0^d Reference category

ASIA, American Spinal Injury Association; BMI, Body Mass Index

CHAPITRE 6 : DISCUSSION

6.1. Rappel des objectifs de l'étude

Le premier objectif principal de ce travail consistait à évaluer l'impact d'une prise en charge péri-opératoire complète en centre de soins spécialisés suivant une LMT cervicale sur l'utilisation des ressources hospitalière et les complications. Ensuite, le deuxième objectif consistait à explorer les facteurs associés à un meilleur niveau de fonctionnement six mois après la blessure.

6.2. Résumé des résultats

Dans un premier temps, les résultats de ce travail ont suggéré qu'une prise en charge périopératoire complète en centre de soins spécialisés était associée à une réduction significative des coûts et de la durée d'hospitalisation en soins aigus suivant une LMT cervicale. Elle permet également un sevrage de la ventilation mécanique plus efficace chez les patients avec tétraplégie complète. Ensuite, nous avons également suggéré qu'une admission tardive en centre spécialisé nécessite une plus grande utilisation des ressources hospitalières pour arriver à maintenir un taux de complications comparable à ceux gérés plus rapidement en installation spécialisée. Finalement, une étude prospective de cohorte a permis de déterminer que la diminution de la durée de séjour en soins aigus ainsi que la réduction du taux de complications médicales pendant cette période pouvaient être associé à une amélioration du statut fonctionnel six mois post lésion chez les patients tétraplégiques. Ainsi, ce projet suggère qu'une optimisation des soins aigus permettait non seulement d'améliorer certaines issues cliniques et économiques à court terme, mais également d'améliorer l'évolution fonctionnelle à plus long terme.

6.3. Prise en charge complète en centre de soins spécialisés

Les résultats de ce travail supportent tout d'abord la première hypothèse qui consistait à démontrer les bénéfices d'une gestion chirurgicale et péri-opératoire complète sur le déroulement de l'hospitalisation aigue suivant une LMT cervicale. Ces bénéfices ont été démontrés en terme clinique (amélioration des issues respiratoires et limitations des complications), mais également en terme économique (réduction de la durée et des coûts d'hospitalisation). Tel qu'abordé à l'introduction, les centres spécialisés traitent plusieurs facteurs qui influencent positivement le déroulement de l'hospitalisation aigue et la récupération à plus long terme, tel que suggéré dans la littérature.^{7, 17} L'objectif de ce travail ne visait toutefois pas à déterminer la (les) façon(s) précises dont les centres spécialisés y arrivent. Toutefois, à l'issue des études effectuées, il est possible de suggérer quelques hypothèses à cet effet.

L'article 1 présenté dans ce mémoire consiste en une étude rétrospective de cohorte comparant deux groupes de patients tétraplégiques aigus selon le délai d'admission en centre spécialisé. Théoriquement, dans le contexte où les caractéristiques de base des patients sont similaires, il y a trois aspects qui diffèrent entre ces deux groupes : la prise en charge préopératoire, la procédure chirurgicale et finalement la prise en charge post-opératoire immédiate.

Dans un premier temps, la prise en charge préopératoire pourrait être optimisée par les centres spécialisés de plusieurs façons. Tout d'abord, l'expertise médicale propre aux centres de soins spécialisés permet d'appliquer les mesures thérapeutiques nécessaires pour optimiser les processus de lésion primaire et secondaire sous-jacent à une LMT aigue et ainsi, améliorer la récupération neurologique. La section 2.2.1 présente les caractéristiques neurophysiologiques propres au patient avec LMT dans les premiers jours suivant son accident et la prise en charge hospitalière nécessaire. La phase préopératoire se distingue par la présence du choc spinal et du choc neurogénique qui mettent le patient à risque de complications spécifiques. Ainsi, tel qu'illustré en figure 4 reprise ci-dessous, une gestion optimale des paramètres cardio-respiratoires s'avère primordiale non

seulement pour le pronostic vital, mais également sur la récupération neurologique. Le maintien d'une tension artérielle supra-optimale et de paramètres respiratoires optimaux permettent d'éviter toute aggravation du processus d'apoptose relatif à la lésion secondaire médullaire. Une tension artérielle supra-optimale est généralement maintenue plusieurs jours, et ce, même si le patient est stable médicalement²⁷. Le maintien d'une glycémie normale et le traitement des blessures associées se basent sur les mêmes principes. Ensuite, dans le contexte du choc spinal et de ses manifestations cliniques et neurophysiologiques complexes associées, une prise en charge spécifique multi systémique (entre autre vésicale, intestinale, cutanée, circulatoire et respiratoire) doit être effectuée dès l'arrivée du patient afin d'éviter les complications médicales spécifiques propres à cette clientèle et à cette période. Ces dernières dépendent grandement de la qualité des soins infirmiers et de l'intégration précoce de la réadaptation multi disciplinaire spécialisée.^{42, 57} Plusieurs autres facteurs biochimiques pourraient également influencer les processus neuro-pathophysiologiques sous-jacents à une LMT aigue (par exemple, la présence d'insuffisance rénale, de processus inflammatoires locaux ou systémique, de nécrose musculaire, etc.), mais leur impact n'est pas démontré. Comme les centres de soins spécialisés se distinguent par leur expertise clinique et par l'organisation des soins basée sur la littérature récente en LM, une admission rapide en période pré-opératoire permettrait de prendre en main rapidement les facteurs ci-haut présentés.

Figure 4 (reprise): Processus de lésion médullaire primaire et secondaire et importance des facteurs locaux et systémiques lors de la prise en charge préopératoire.

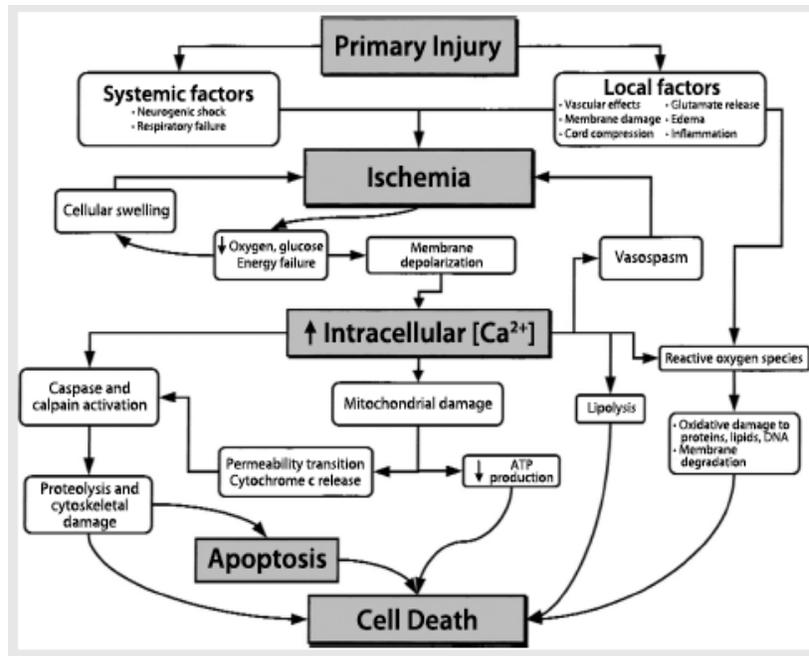


Figure tirée de Stein et al. ²⁴

Ensuite, la prise en charge chirurgicale entre les patients gérés en centre spécialisés et non spécialisés pourrait également influencer l'évolution du patient. Toutefois, probablement de façon moins importante que la prise en charge péri-opératoire, pour les raisons suivantes. Tout d'abord, le choix de la procédure chirurgicale dépend généralement des caractéristiques de la LM, du traumatisme et du patient. Considérant que la procédure chirurgicale soit similaire entre les deux groupes, il est nous apparaît moins probable que le choix du type de procédure ait pu influencer de façon significative nos résultats. La qualité des soins chirurgicaux est probablement similaire entre ceux-ci, puisque tout chirurgien qui entreprend ce type de procédure a reçu une formation surspécialisée et possède l'expertise nécessaire à cet effet. Il demeure toutefois possible que l'équipe chirurgicale en centre spécialisé ait reçu un volume plus important de ce type de patient, mais cela n'aurait probablement qu'un impact plus négligeable considérant que les études sont très mitigées quant à l'impact du type de chirurgie par rapport à l'évolution clinique des patients. Par contre, le délai chirurgical pourrait représenter une variable importante qui n'avantagerait peut-être pas les centres de soins spécialisés. En effet, on pourrait croire qu'un transfert en période préopératoire en centre spécialisé pourrait retarder la procédure chirurgicale chez certains patients éloignés. Un délai chirurgical de plus de 24

heures a été démontré comme facteur indépendant associé à des plus grands frais hospitaliers et une plus haute incidence de complications médicales en soins aigus tel que discuté en section 2.3.3..¹³ Toutefois, ce projet démontre bien qu'une prise en charge en centre de soins spécialisés n'a pas retardé la procédure chirurgicale et ceci ne devrait pas justifier le délai de transfert lorsqu'un patient est reçu en centre de traumatologie régional non spécialisé.

La qualité des soins post-opératoires en centre de soins spécialisés est très importante et ce, dès la période post-opératoire immédiate. Cette période vise des objectifs différents de la période préopératoire qui repose essentiellement sur l'optimisation des processus de LM primaire et secondaire. Ainsi dès la sortie de la salle d'opération, la prise en charge des blessures associées, le processus de réadaptation multidisciplinaire, la prévention des complications secondaires et la préparation du transfert en phase 2 (réadaptation intensive) suivra. La prise en charge par un médecin spécialiste en réadaptation au cours de cette phase est un atout. Bien-sûr, celui-ci bénéficiera de la mise en place d'une équipe spécialisée tant au niveau infirmier que de réadaptation afin d'atteindre ces objectifs de façon la plus efficace possible. Tel qu'abordé en section 2.2.1, les manifestations cliniques des patients se modifieront au cours des semaines suivant la LMT suite à la reprise des réflexes spinaux. Les mécanismes de prévention des complications seront également modifiés. Ainsi, l'expertise clinique et la connaissance de ces principes sont essentiels à la diminution des complications médicales et l'optimisation des délais de transfert.⁵⁶ Toutefois, non seulement l'expertise clinique mais également les mesures administratives mises en place par les centres spécialisés participent à leur efficacité. Par exemple, la mise en place de protocoles de soins standardisés⁵⁷, de réunions multidisciplinaires et familiales^{26, 138}, la présence d'une infirmière de liaison spécialisée dédiée¹³⁸ et la mise en place de protocoles de transfert également en sont quelques exemples.¹³⁸

En somme, tel qu'abordé en section 2.3, la centralisation des patients vers un même centre hospitalier permet d'améliorer l'expertise clinique, la coordination et la fluidité des soins orientés vers les problématiques particulières à cette clientèle. Ainsi, permet d'adopter une

approche très proactive. De plus, la centralisation permet de développer les connaissances, et optimiser l'organisation des soins par la mise en place de moyens administratifs qui appuieront les pratiques cliniques. La complexité de la gestion des patients avec LMT dès la survenue de l'accident, particulièrement chez les tétraplégiques, justifie amplement une prise en charge rapide (soit en période préopératoire) en centre de soins spécialisés. Ce travail confirme la première hypothèse de ce travail et supporte la littérature qui suggère le transfert précoce en centre de soins spécialisés suivant une LMT afin d'améliorer différentes issues cliniques et économiques. Ce travail précise également deux choses, que le transfert en période *préopératoire*, et donc une prise en charge péri-opératoire complète est particulièrement important et doit être préconisé. Ensuite, les centres de soins spécialisés peuvent optimiser les facteurs qui optimiseront le déroulement de l'hospitalisation aigue et ainsi améliorer les issues à court et plus long terme.

6.4. Facteurs modifiables influençant le déroulement des soins aigus

Selon les résultats de cette étude, deux facteurs particuliers se révèlent significativement associés au déroulement optimal de l'hospitalisation aigue et se démarquent par le fait qu'ils constituent des facteurs modifiables; c'est à dire, des facteurs sur lesquels l'équipe traitante peut intervenir. Tout d'abord, le délai d'admission en centre de soins spécialisés s'est révélé comme le facteur principal de l'augmentation de l'utilisation des ressources hospitalières (augmentation des couts et de la durée d'hospitalisation) ainsi que de la durée de ventilation mécanique. Ensuite, la survenue de complications médicales, également facteur prédictif significatif de l'augmentation de la durée et des coûts d'hospitalisation.

Le délai d'admission en centre de soins spécialisés dépend probablement de différents facteurs. Tout d'abord, la localisation géographique du traumatisme pourrait influencer cette variable. Dans le cas où un traumatisme médullaire survenait en région éloignée, le patient sera transféré dans un centre de traumatologie le plus près pour bénéficier des soins d'urgence et stabiliser son état. Évidemment, un traumatisme survenant tout près

d'un centre de référence en centre spécialisé y sera acheminé directement et donc observera un délai d'admission plus rapide. Malgré la distance du traumatisme par rapport au centre de soins spécialisé, les recommandations actuelles suggèrent un transfert le plus rapidement possible, après stabilisation médicale, en centre de référence.²⁷ Quoiqu'une revue systématique de la littérature ait soulevé qu'un intervalle de 48h améliorerait les issues cliniques, le délai précis de transfert demeure indéterminé au pays.⁷ Ainsi, à la réception d'un patient avec LMT en centre non spécialisé, la décision du moment de transfert repose entre les mains de l'équipe traitante. Dans un contexte où certaines études⁵² ont aussi démontré qu'une chirurgie urgente peut améliorer la récupération neurologique et diminuer les risques de complications médicales de même que la durée d'hospitalisation, certaines équipes pourraient décider de procéder au geste chirurgical et à la prise en charge péri opératoire immédiate, avant de transférer le patient. Nos résultats démontrent que les patients transférés en période post-opératoire ont des niveaux et des types de sévérité de LM similaires aux patients complètement gérés en centres spécialisés. Ce travail permet de renforcer les recommandations actuelles et démontre qu'un transfert dans la période pré-chirurgicale est bénéfique pour le patient tant au niveau des issues à court et long terme. Toutefois, les raisons précises qui ont justifié un transfert « tardif » (en période post-opératoire) en centre spécialisé doivent être élucidé.

Ensuite, la survenue de complications médicales correspond à un second facteur significatif d'importance qui est modifiable. Un bon moyen de diminuer la survenue de complications est d'examiner ses facteurs prédictifs. Dans le présent travail, le niveau lésionnel a été identifié comme seul facteur significativement associé à la survenue de complications médicales. Malheureusement, celui-ci est non-modifiable. Toutefois, la littérature propose différents facteurs, sur lesquels il est possible d'intervenir. Tout d'abord, une gestion en centre de soins spécialisés, l'absence d'administration de corticostéroïdes ainsi qu'une coordination des soins en équipe spécialisée et l'instauration de protocoles cliniques.^{16, 26, 35} Le fait que le délai d'admission en centre de soins spécialisés ne se révèle pas comme facteur prédictif de complications médicales dans cette étude, contrairement à ce que proposé dans la littérature⁷, peut être attribuable à certaines limitations méthodologiques. Ainsi, le fait que la survenue de complications lors du séjour

en centre non spécialisé (avant l'admission en centre spécialisé) n'a pas été comptabilisé, a certainement sous-estimé le nombre de complications pour la durée totale en soins aigus. Effectivement, comme les patients du Groupe 2 (transfert post chirurgical) ont été transférés près de 20 jours après leur traumatisme comparativement à environ une journée pour le Groupe 1, il est possible que le Groupe 2 ait effectivement une incidence plus élevée de complications pour la durée totale d'hospitalisation aigue. Effectivement, la mise en place de protocoles cliniques hospitaliers, la présence d'une équipe de réadaptation multidisciplinaire et l'expertise des soins infirmiers en LM ont tous été précédemment démontrés être des moyens efficaces de diminuer les complications médicales suivant une LMT.^{26, 56, 138}

6.5. L'influence du déroulement de l'hospitalisation aigue sur le statut fonctionnel six mois post lésion

L'étude prédictive présentée dans ce travail est, à notre connaissance, la première qui étudie l'impact de certains facteurs influençant le déroulement de l'hospitalisation aigue sur la récupération fonctionnelle à plus long terme. Il s'agit également de la première étude qui utilise une échelle fonctionnelle spécifique aux patients atteints d'une LM. Les résultats confirment la dernière hypothèse de ce travail et indique que certains aspects de l'hospitalisation aigue, soit la survenue de complications médicales et la durée d'hospitalisation, sont significativement associés à la récupération fonctionnelle six mois post lésion.

Premièrement, nos résultats vont dans le même sens que la littérature antérieure et confirment que la sévérité lésionnelle (grade ASIA) demeure le facteur prédictif le plus important de récupération fonctionnelle.⁵⁴ Effectivement, la présence et la quantité de fibres sensibles et motrices préservées en sous-lésionnel détermine principalement le potentiel de récupération neurologique et fonctionnel.⁹

Toutefois, nos résultats indiquent que certains facteurs modifiables sont aussi associés à la récupération fonctionnelle six mois post lésion. Ainsi, suivant une tétraplégie traumatique, la prévention de la survenue de complications médicales et l'optimisation de la durée de séjour s'avèrent importants, non seulement pour diminuer la charge économique reliée à la gestion hospitalière aigue, mais également pour améliorer la récupération fonctionnelle à plus long terme.

La survenue de complications médicales et le délai de séjour en soins aigus pourraient influencer la récupération fonctionnelle de diverses façons. Quelques hypothèses seront ici proposées. Tout d'abord, il a été démontré que la survenue de complications médicales puisse nuire à la réadaptation aigue, en raison du nombre de thérapies manquées ou alors effectuées de façon sous-optimale.¹³⁹ Un retard dans le processus de récupération fonctionnelle dès l'hospitalisation aigue pourrait alors se maintenir tout au long des phases subséquentes. Il a été également suggéré que la survenue de complications médicales en cours d'hospitalisation aigue est un facteur de risque de récurrence par la suite.¹⁰⁹ Les patients tétraplégiques pourraient être particulièrement vulnérable, puisqu'ils doivent faire face à une réadaptation plus lourde, dans le contexte où ils soutiennent des déficits neurologiques et limitations fonctionnelles sévères.

Les facteurs qui influencent la survenue des complications médicales au cours de l'hospitalisation aigue ont été discutés précédemment (section 2.3). Les études de régression multi variées effectuées dans le premier article de ce travail ont démontré que pour les patients avec tétraplégie sévère (AIS A et B), une gestion partielle (post opératoire seulement) en centre de soins spécialisés, la survenue de complications médicales et un âge avancé prolongent la durée d'hospitalisation en soins aigus. Ceci est d'ailleurs supporté par la littérature.^{15, 66, 114} Ainsi, les deux facteurs précédemment abordés (survenue de complications et délai d'admission en centre de soins spécialisés) démontrent toute leur importance tant au niveau des issues à court et à plus long terme. Cette fois, il est intéressant de constater que le délai d'admission en centre spécialisé demeure un facteur prédictif indépendant de la durée d'hospitalisation par rapport à la survenue de complications. En d'autres termes, il est possible que la coordination des

soins et la structure administrative propre aux centres spécialisés permettent d'optimiser les délais de transfert en phase 2 indépendamment de leur habileté à prévenir les complications médicales. La relation entre la durée de séjour en soins aigus et la survenue de complications est toutefois complexe et probablement bidirectionnelle.²⁴ Il est donc présumé que l'amélioration de l'un de ces deux facteurs influencerait positivement l'autre. Ceux-ci doivent donc être examinés et améliorés de façon concomitante, tel qu'en centre spécialisé. Il faut toutefois mentionner que la durée d'hospitalisation aigue peut également être influencée par la disponibilité des soins en phase de réadaptation subséquente. Effectivement, du moment où le patient est jugé prêt pour la réadaptation fonctionnelle intensive, on compte en général un certain moment (quelques jours) pour que le transfert soit effectué. Selon notre expérience clinique, ce délai varie selon les saisons (achalandage plus important en été), le statut infectieux (ex : SARM, ERV) ou encore le type d'installation visé (RFI, CHSLD) (Figure 7). Ce facteur doit certainement être considéré, toutefois, puisque plus de 85% de nos patients sont transférés en phase 2 (Institut de réadaptation Gingras-Lindsay de Montréal)²³ et que tous les patients avec LM traumatique sont admis de façon prioritaire à cette institution. Les admissions s'effectuent généralement de façon consécutive, et donc plus un patient est géré de façon efficiente en phase aigue, plus il sera admis rapidement en phase 2.

En résumé, un transfert en centre de soins spécialisés suivant une LMT préalablement à la chirurgie spinale doit être préconisé, dans le but de prodiguer une gestion chirurgicale et péri opératoire complète. En effet, ceci est associé à une amélioration des issues cliniques, une limitation des complications et une diminution de l'utilisation des ressources hospitalières. Cette recommandation s'applique particulièrement aux patients tétraplégiques dans le contexte où ceux-ci nécessitent une gestion médicale complexe et doivent faire face à un processus de réadaptation lourd. L'organisation des soins aigus doit particulièrement viser la prévention des complications médicales et l'optimisation de la durée de séjour en soins aigus puisqu'il s'agit de facteurs significatifs parmi plusieurs facteurs reconnus, sur lesquels il est possible d'intervenir. Non seulement leur prévention influencera positivement le déroulement de l'hospitalisation aigue, mais pourrait optimiser la récupération fonctionnelle plus de six mois post lésion. D'un point de vue

régional et même ministériel, l'élaboration d'un plan de ressources et d'un système de gestion efficace peut certainement optimiser les délais de transfert d'une phase à l'autre.²⁶

138

6.6. Limitations

Même si ce travail a permis de répondre aux hypothèses et aux objectifs préalablement fixés, celui-ci comprend plusieurs limitations. Tout d'abord, de façon globale, ce projet visait l'évaluation des facteurs influençant le déroulement de l'hospitalisation aigue. Malheureusement, plusieurs variables potentielles n'ont pu être évaluées et pondérées de façon indépendante, notamment, l'évaluation des facteurs administratifs. L'étude de l'impact des centres spécialisés a permis de regrouper plusieurs de ces facteurs. Ainsi, cette étude se veut exploratoire à ce point de vue. Puisque les résultats suggèrent que les centres de soins spécialisés pourraient optimiser les issues à court terme et à plus long terme, l'étude de ces facteurs de façon indépendante nous apparaît maintenant justifiée.

L'étude de l'impact des centres spécialisés a été effectuée dans le but de mieux définir le délai de transfert optimal suivant une LMT par rapport à la procédure chirurgicale. Ainsi, nous avons comparé l'évolution des patients gérés en partie ou en totalité en centre de soins aigus spécialisés. Toutefois, une étude comparant l'évolution des patients complètement gérés en centre spécialisés ou non-spécialisés permettrait de mieux identifier les caractéristiques distinctives des centres spécialisés.

Ensuite, ce projet comporte des limitations quant à la validité externe et l'applicabilité des trouvailles obtenues pour deux raisons principales : notamment, parce qu'il consiste en deux études uni-centriques, et ensuite, parce que les caractéristiques des centres spécialisés peuvent varier d'une province et d'un pays à l'autre. Toutefois, en démontrant qu'une gestion péri-opératoire complète en centre spécialisé permettait d'améliorer des issues qui influencent l'évolution des patients tétraplégiques à court et à plus long terme, ce projet justifie maintenant le développement de mesures cliniques et administratives

plus précises chez les tétraplégiques qui pourront être appliquées dans différents types d'établissements.

Malheureusement, cette étude ne permet pas d'identifier les raisons qui ont motivé les centres non-spécialisés à procéder au traitement chirurgical des patients, malgré les recommandations établies. D'après notre expérience clinique, certains centres non-spécialisés en centres hospitaliers éloignés auraient pu procéder au traitement chirurgical afin d'éviter qu'un patient soit transféré sur une longue distance avec une colonne vertébrale instable. Il est donc possible que le risque de détérioration neurologique au cours du transport ait justifié cette conduite. Une étude comparant les impacts cliniques et économiques d'un transfert en centre spécialisé pré- ou post chirurgical pour les patients en régions plus éloignées est suggérée. Il est cependant important de mentionner que dans le présent travail, la plupart des patients transférés tardivement provenaient de centres hospitaliers localisés dans un périmètre de moins de 10km du centre spécialisés désigné (HSCM). Une autre motivation pour les centres non-spécialisés semble être le développement ou le maintien d'une certaine expertise en terme de gestion des LM. Il serait surprenant que certains cliniciens en centres non-spécialisés ne connaissent pas les recommandations nationales, mais cela demeure possible. Finalement, il est également possible que des difficultés logistiques ou techniques dans le processus de transfert des patients aient pu justifier une certaine rétention de patients. Il nous apparaît moins probable que la lourdeur des cas soit en cause, puisqu'il s'agit ici de patients avec des niveaux et sévérité de LM semblables, nécessitant des traitements et équipements similaires. Au contraire, nous croyons que des cas plus lourds auraient pu faire craindre une hospitalisation complexe et prolongée ainsi qu'une utilisation des ressources hospitalières plus importante, et ainsi une tendance à encourager les transferts en centres spécialisés. Néanmoins, des études évaluant les raisons qui ont motivé la rétention de patients en centres non-spécialisés sont nécessaires afin d'améliorer les processus de transfert de connaissances.

6.7. Applications cliniques et directions futures

Ce projet se veut un premier pas vers l'amélioration des pratiques cliniques en terme de gestion de patients avec LMT aigue. En effet, la littérature démontre un besoin important en ce sens, car les évidences actuelles sont de faible niveau²⁷ et se basent surtout sur la littérature chez les blessés médullaires chroniques. De façon globale, ce projet visait l'étude de l'impact du déroulement de la phase 1 de réadaptation (hospitalisation aigue) sur une issue clinique pertinente à long terme. En effet, la récupération fonctionnelle est non seulement très importante pour les patients, mais permet aussi de refléter quels seront les besoins du patient en terme d'assistance fonctionnelle à plus long terme. Les résultats de ce travail démontrent donc l'importance d'une gestion des soins aigus optimale suivant une LMT, particulièrement chez les tétraplégiques.

Ainsi, plusieurs applications cliniques découlent de ce travail. Tout d'abord, celui-ci renforce les recommandations actuelles en terme de transfert en centre de soins spécialisés suivant une LMT aigue dans notre province. Il précise les impacts qui découlent d'un transfert tardif sur les issues respiratoires, sur les complications médicales, mais également sur les charges économiques. De plus, ce travail permet de mieux guider ces recommandations en précisant le délai de transfert optimal en centre de soins spécialisés, non pas en terme d'intervalles de temps (nombre de jours), mais plutôt en terme « clinique » (période pré versus post opératoire). Cette méthode est plus facilement applicable, mais permet aussi de mieux s'adapter aux besoins du patient dans l'immédiat (surtout dans le contexte d'instabilité médicale). Ainsi, le travail en transfert de connaissances doit être poursuivi et consiste en l'un des objectifs futurs qui découlent de ce travail.

Ensuite, ce projet permet d'orienter les objectifs cliniques pertinents à atteindre en phase d'hospitalisation aigue. Ainsi, l'équipe traitante doit prévenir les complications médicales et optimiser de la durée de séjour afin d'améliorer les issues à court et à plus long terme. Ce projet ouvre donc la porte vers l'élaboration de différentes études permettant de développer les pratiques cliniques suivant une LMT aigue. Par exemple, certaines études

pourraient s'intéresser à l'élaboration de nouveaux protocoles cliniques, ou encore, de nouveaux protocoles administratifs. Ce type de protocoles, démontrés efficaces chez la clientèle avec LMT,⁵⁷ pourrait se baser sur les facteurs prédictifs précédemment identifiés et viser la standardisation des soins infirmiers, mais également l'amélioration de la structure administrative sous-jacente. Quoique ce type de protocoles soit utilisé présentement dans notre centre spécialisé, ceux-ci se basent sur la littérature chez les patients avec LM chronique, et doivent être adaptés pour la clientèle avec LM aigue.. L'impact d'autres types de complications médicales lors de l'hospitalisation aigue devrait être étudié (dépression, spasticité, hypotension orthostatique persistante, douleur, etc.) et pourrait également faire l'objet de protocoles systématiques au cours dans l'hospitalisation aigue.

Finalement, afin d'améliorer plus spécifiquement les délais de séjour en centre de soins spécialisé, d'autres études pourraient être effectuées afin d'améliorer les délais de séjour en soins aigus. Ainsi, le statut infectieux (SARM, ERV), la période de l'année (l'été et automne sont des périodes plus achalandées), la présence d'infections iatrogéniques, le nombre de thérapies de réadaptation prodiguées et l'orientation visée (réadaptation intensive, réadaptation externe, relocalisation en soins de longue durée) pourront être étudiés. L'ajustement des protocoles cliniques et administratifs pourrait être envisagé à la lumière des résultats obtenus.

Conclusion

Une LMT cervicale entraîne des répercussions importantes et souvent irréversibles. La survenue d'une LMT requiert généralement plusieurs semaines d'hospitalisation en soins aigus où la planification de la réadaptation intensive et la réintégration communautaire seront entreprises. La gestion médicale aiguë d'une LMT cervicale est généralement complexe et bénéficie d'une expertise particulière. C'est pourquoi les centres de soins aigus spécialisés en LM ont été créés. Le but étant de centraliser l'expertise afin d'améliorer les issues à court et long terme.

La présente étude mène à des retombées importantes. Non seulement elle propose que le déroulement de l'hospitalisation aiguë peut avoir un impact sur le statut fonctionnel six mois post lésion, mais suggère également sur quels facteurs modifiables se concentrer. Ainsi, l'optimisation de la durée de séjour en soins aigus et la prévention de la survenue de complications médicales sont les objectifs importants à viser au cours de cette phase. Ce projet appuie la littérature antérieure et propose également qu'une admission rapide en centre de soins aigus (gestion opération et péri-opératoire complète spécialisée) permet d'améliorer ces issues. Ce projet met donc de l'avant l'importance de développer davantage la recherche et le transfert de connaissances en terme d'hospitalisation et de réadaptation aiguë. Toutefois, plusieurs facteurs peuvent influencer le déroulement des soins aigus (phase 1) et la récupération fonctionnelle, tel qu'exposé au cours de ce mémoire, et plusieurs facteurs restent à évaluer ou alors à être pondérés parmi d'autres facteurs reconnus.

Bibliographie

1. Noonan VK, Fingas M, Farry A, Baxter D, Singh A, Fehlings MG, et al. Incidence and prevalence of spinal cord injury in Canada: a national perspective. *Neuroepidemiology*. 2012;38(4):219-26. PubMed PMID: 22555590.
2. Noonan VK, Kwon BK, Soril L, Fehlings MG, Hurlbert RJ, Townson A, et al. The Rick Hansen Spinal Cord Injury Registry (RHSCIR): a national patient-registry. *Spinal cord*. 2012 Jan;50(1):22-7. PubMed PMID: 22042297.
3. Thompson C, Mutch J, Parent S, Mac-Thiong JM. The changing demographics of traumatic spinal cord injury: An 11-year study of 831 patients. *The journal of spinal cord medicine*. 2015 Mar;38(2):214-23. PubMed PMID: 25096709. Pubmed Central PMCID: 4397204.
4. Polinder S, Meerding WJ, Mulder S, Petridou E, van Beeck E, Group ER. Assessing the burden of injury in six European countries. *Bulletin of the World Health Organization*. 2007 Jan;85(1):27-34. PubMed PMID: 17242755. Pubmed Central PMCID: 2636210.
5. Dryden DM, Saunders LD, Jacobs P, Schopflocher DP, Rowe BH, May LA, et al. Direct health care costs after traumatic spinal cord injury. *The Journal of trauma*. 2005 Aug;59(2):443-9. PubMed PMID: 16294090.
6. Mac-Thiong JM, Feldman DE, Thompson C, Bourassa-Moreau E, Parent S. Does timing of surgery affect hospitalization costs and length of stay for acute care following a traumatic spinal cord injury? *Journal of neurotrauma*. 2012 Dec 10;29(18):2816-22. PubMed PMID: 22920942.
7. Parent S, Barchi S, LeBreton M, Casha S, Fehlings MG. The impact of specialized centers of care for spinal cord injury on length of stay, complications, and mortality: a systematic review of the literature. *Journal of neurotrauma*. 2011 Aug;28(8):1363-70. PubMed PMID: 21410318. Pubmed Central PMCID: 3143414.
8. Burns AS, Ditunno JF. Establishing prognosis and maximizing functional outcomes after spinal cord injury: a review of current and future directions in rehabilitation management. *Spine*. 2001 Dec 15;26(24 Suppl):S137-45. PubMed PMID: 11805621.
9. Kirshblum S, Botticello A, Lammertse DP, Marino RJ, Chiodo AE, Jha A. The impact of sacral sensory sparing in motor complete spinal cord injury. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2011 Mar;92(3):376-83. PubMed PMID: 21353822. Pubmed Central PMCID: 3698852.
10. Wilson JR, Grossman RG, Frankowski RF, Kiss A, Davis AM, Kulkarni AV, et al. A clinical prediction model for long-term functional outcome after traumatic spinal cord injury based on acute clinical and imaging factors. *Journal of neurotrauma*. 2012 Sep;29(13):2263-71. PubMed PMID: 22709268. Pubmed Central PMCID: 3430477.
11. Radhakrishna M, Makriyianni I, Marcoux J, Zhang X. Effects of injury level and severity on direct costs of care for acute spinal cord injury. *International journal of rehabilitation research Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung Revue internationale de recherches de readaptation*. 2014 Dec;37(4):349-53. PubMed PMID: 25192008.

12. Al-Habib AF, Attabib N, Ball J, Bajammal S, Casha S, Hurlbert RJ. Clinical predictors of recovery after blunt spinal cord trauma: systematic review. *Journal of neurotrauma*. 2011 Aug;28(8):1431-43. PubMed PMID: 19831845. Pubmed Central PMCID: 3143416.
13. Bourassa-Moreau E, Mac-Thiong JM, Feldman DE, Thompson C, Parent S. Non-neurological outcomes after complete traumatic spinal cord injury: the impact of surgical timing. *Journal of neurotrauma*. 2013 Sep 15;30(18):1596-601. PubMed PMID: 23829420.
14. Bourassa-Moreau E, Mac-Thiong JM, Ehrmann Feldman D, Thompson C, Parent S. Complications in acute phase hospitalization of traumatic spinal cord injury: does surgical timing matter? *The journal of trauma and acute care surgery*. 2013 Mar;74(3):849-54. PubMed PMID: 23425747.
15. Tator CH, Duncan EG, Edmonds VE, Lapczak LI, Andrews DF. Complications and costs of management of acute spinal cord injury. *Paraplegia*. 1993 Nov;31(11):700-14. PubMed PMID: 8295780.
16. Wilson JR, Arnold PM, Singh A, Kalsi-Ryan S, Fehlings MG. Clinical prediction model for acute inpatient complications after traumatic cervical spinal cord injury: a subanalysis from the Surgical Timing in Acute Spinal Cord Injury Study. *Journal of neurosurgery Spine*. 2012 Sep;17(1 Suppl):46-51. PubMed PMID: 22985370.
17. Bagnall AM, Jones L, Richardson G, Duffy S, Riemsma R. Effectiveness and cost-effectiveness of acute hospital-based spinal cord injuries services: systematic review. *Health technology assessment*. 2003;7(19):iii, 1-92. PubMed PMID: 13678550.
18. Donovan C, Dupuis M. Specialized care unit: family and staff perceptions of significant elements. *Geriatric nursing*. 2000 Jan-Feb;21(1):30-3. PubMed PMID: 10679608.
19. Chhabra HS, editor. *ISCoS Textbook on Comprehensive Management of Spinal Cord Injuries*. 1st international edition ed: Lippincott Williams and Wilkins; 2015.
20. Tamityville. *Kinesiology: the Myotomes*: Lucky13@8:44am; 2011. Available from: <http://sciartmag.blogspot.ca/2011/06/kinesiology-myotomes.html>.
21. care TI. Printable dermatome chart: Lake side pharmacy; 2016 [cited 2016].
22. encyclopedia Gln. *Autonomic nervous system*: Medicalterms.info; 2010. Available from: <http://medicalterms.info/anatomy/Autonomic-Nervous-System/>.
23. Moutquin J-m. Lésions médullaires traumatiques et non-traumatiques: analyse comparative des caractéristiques et de l'organisation des soins et services de réadaptation au Québec. In: (INESSS) Indeseess, editor. Québec, Canada: Bibliothèque et archives nationales du Québec, ETMIS; 2013. p. 1-44.
24. Stein DM, Sheth KN. Management of acute spinal cord injury. *Continuum*. 2015 Feb;21(1 Spinal Cord Disorders):159-87. PubMed PMID: 25651224.
25. Kirshblum SC, Burns SP, Biering-Sorensen F, Donovan W, Graves DE, Jha A, et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury (revised 2011). *The journal of spinal cord medicine*. 2011 Nov;34(6):535-46. PubMed PMID: 22330108. Pubmed Central PMCID: 3232636.
26. *Spinal Cord Injury Research Evidence* [Internet]. Monkey Hill Health Communications. 2010. Available from: <http://www.scireproject.com>.
27. Consortium for Spinal Cord M. Early acute management in adults with spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care professionals. *The journal of spinal cord medicine*. 2008;31(4):403-79. PubMed PMID: 18959359. Pubmed Central PMCID: 2582434.

28. Krueger H, Noonan VK, Trenaman LM, Joshi P, Rivers CS. The economic burden of traumatic spinal cord injury in Canada. *Chronic diseases and injuries in Canada*. 2013 Jun;33(3):113-22. PubMed PMID: 23735450.
29. Ditunno JF, Little JW, Tessler A, Burns AS. Spinal shock revisited: a four-phase model. *Spinal cord*. 2004 Jul;42(7):383-95. PubMed PMID: 15037862.
30. Atkinson PP, Atkinson JL. Spinal shock. *Mayo Clinic proceedings*. 1996 Apr;71(4):384-9. PubMed PMID: 8637263.
31. Ryken TC, Hurlbert RJ, Hadley MN, Aarabi B, Dhall SS, Gelb DE, et al. The acute cardiopulmonary management of patients with cervical spinal cord injuries. *Neurosurgery*. 2013 Mar;72 Suppl 2:84-92. PubMed PMID: 23417181.
32. Berney S, Bragge P, Granger C, Opdam H, Denehy L. The acute respiratory management of cervical spinal cord injury in the first 6 weeks after injury: a systematic review. *Spinal cord*. 2011 Jan;49(1):17-29. PubMed PMID: 20404832.
33. Zimmer MB, Nantwi K, Goshgarian HG. Effect of spinal cord injury on the respiratory system: basic research and current clinical treatment options. *The journal of spinal cord medicine*. 2007;30(4):319-30. PubMed PMID: 17853653. Pubmed Central PMCID: 2031930.
34. Brown R, DiMarco AF, Hoit JD, Garshick E. Respiratory dysfunction and management in spinal cord injury. *Respiratory care*. 2006 Aug;51(8):853-68;discussion 69-70. PubMed PMID: 16867197. Pubmed Central PMCID: 2495152.
35. Grossman RG, Frankowski RF, Burau KD, Toups EG, Crommett JW, Johnson MM, et al. Incidence and severity of acute complications after spinal cord injury. *Journal of neurosurgery Spine*. 2012 Sep;17(1 Suppl):119-28. PubMed PMID: 22985378.
36. Berlly M, Shem K. Respiratory management during the first five days after spinal cord injury. *The journal of spinal cord medicine*. 2007;30(4):309-18. PubMed PMID: 17853652. Pubmed Central PMCID: 2031940.
37. Lemons VR, Wagner FC, Jr. Respiratory complications after cervical spinal cord injury. *Spine*. 1994 Oct 15;19(20):2315-20. PubMed PMID: 7846577.
38. Winslow C, Bode RK, Felton D, Chen D, Meyer PR, Jr. Impact of respiratory complications on length of stay and hospital costs in acute cervical spine injury. *Chest*. 2002 May;121(5):1548-54. PubMed PMID: 12006442.
39. Cuccurullo S, editor. *Physical medicine and rehabilitation board review*. 2 ed: Demos Medical; 2010.
40. Aito S, Gruppo Italiano Studio Epidemiologico Mielolesioni GG. Complications during the acute phase of traumatic spinal cord lesions. *Spinal cord*. 2003 Nov;41(11):629-35. PubMed PMID: 14569264.
41. Ackery A, Tator C, Krassioukov A. A global perspective on spinal cord injury epidemiology. *Journal of neurotrauma*. 2004 Oct;21(10):1355-70. PubMed PMID: 15672627.
42. Consortium for Spinal Cord M. Bladder management for adults with spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care providers. *The journal of spinal cord medicine*. 2006;29(5):527-73. PubMed PMID: 17274492. Pubmed Central PMCID: 1949036.
43. Togan T, Azap OK, Durukan E, Arslan H. The prevalence, etiologic agents and risk factors for urinary tract infection among spinal cord injury patients. *Jundishapur journal of microbiology*. 2014 Jan;7(1):e8905. PubMed PMID: 25147663. Pubmed Central PMCID: 4138667.
44. Richard-Denis A, Thompson C, Bourassa-Moreau E, Parent S, Mac-Thiong JM. Does the Acute Care Spinal Cord Injury Setting Predict the Occurrence of Pressure Ulcers at Arrival

to Intensive Rehabilitation Centers? American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists. 2016 Apr;95(4):300-8. PubMed PMID: 26418488.

45. Consortium for Spinal Cord Medicine Clinical Practice G. Pressure ulcer prevention and treatment following spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care professionals. The journal of spinal cord medicine. 2001 Spring;24 Suppl 1:S40-101. PubMed PMID: 11958176.

46. Chu D, Lee YH, Lin CH, Chou P, Yang NP. Prevalence of associated injuries of spinal trauma and their effect on medical utilization among hospitalized adult subjects--a nationwide data-based study. BMC health services research. 2009;9:137. PubMed PMID: 19650923. Pubmed Central PMCID: 2729309.

47. Scivoletto G, Farchi S, Laurenza L, Tamburella F, Molinari M. Impact of multiple injuries on functional and neurological outcomes of patients with spinal cord injury. Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine. 2013;21:42. PubMed PMID: 23718823. Pubmed Central PMCID: 3669625.

48. Hebert JS, Burnham RS. The effect of polytrauma in persons with traumatic spine injury. A prospective database of spine fractures. Spine. 2000 Jan;25(1):55-60. PubMed PMID: 10647161.

49. Putz C, Schuld C, Akbar M, Grieser T, Wiedenhofer B, Furstenberg CH, et al. Neurological and functional recovery in multiple injured patients with paraplegia: outcome after 1 year. The Journal of trauma. 2011 May;70(5):1078-85. PubMed PMID: 20693911.

50. Bracken MB, Shepard MJ, Collins WF, Jr., Holford TR, Baskin DS, Eisenberg HM, et al. Methylprednisolone or naloxone treatment after acute spinal cord injury: 1-year follow-up data. Results of the second National Acute Spinal Cord Injury Study. Journal of neurosurgery. 1992 Jan;76(1):23-31. PubMed PMID: 1727165.

51. Hurlbert RJ. Methylprednisolone for acute spinal cord injury: an inappropriate standard of care. Journal of neurosurgery. 2000 Jul;93(1 Suppl):1-7. PubMed PMID: 10879751.

52. Fehlings MG, Vaccaro A, Wilson JR, Singh A, D WC, Harrop JS, et al. Early versus delayed decompression for traumatic cervical spinal cord injury: results of the Surgical Timing in Acute Spinal Cord Injury Study (STASCIS). PloS one. 2012;7(2):e32037. PubMed PMID: 22384132. Pubmed Central PMCID: 3285644.

53. development WhoWcwf. A GLOSSARY OF TERMS FOR COMMUNITY HEALTH CARE AND SERVICES FOR OLDER PERSONS. In: report AaHt, editor. 2004.

54. Fawcett JW, Curt A, Steeves JD, Coleman WP, Tuszynski MH, Lammertse D, et al. Guidelines for the conduct of clinical trials for spinal cord injury as developed by the ICCP panel: spontaneous recovery after spinal cord injury and statistical power needed for therapeutic clinical trials. Spinal cord. 2007 Mar;45(3):190-205. PubMed PMID: 17179973.

55. Ditunno JF, Jr., Cohen ME, Hauck WW, Jackson AB, Sipski ML. Recovery of upper-extremity strength in complete and incomplete tetraplegia: a multicenter study. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2000 Apr;81(4):389-93. PubMed PMID: 10768525.

56. Macias CA, Rosengart MR, Puyana JC, Linde-Zwirble WT, Smith W, Peitzman AB, et al. The effects of trauma center care, admission volume, and surgical volume on paralysis after traumatic spinal cord injury. Annals of surgery. 2009 Jan;249(1):10-7. PubMed PMID: 19106669. Pubmed Central PMCID: 3622042.

57. Parker V, Giles M, Shylan G, Austin N, Smith K, Morison J, et al. Tracheostomy management in acute care facilities--a matter of teamwork. Journal of clinical nursing. 2010 May;19(9-10):1275-83. PubMed PMID: 20345835.

58. Québec Méém. Le parcours d'un nouveau blessé médullaire- Continuum de services dans les Centres d'expertise pour blessés médullaires de l'Est et de l'Ouest du Québec <http://www.moelleepiniere.com>; Moelle épinière et motricité Québec; 2016 [cited 2016]. Available from: <http://www.moelleepiniere.com/our-services/social-integration/le-parcours-dun-nouveau-blesse-medullaire/>.
59. Montréal IdrG-LdM-Ud. Soins et services offerts- Programme lésions médullaires: IRGLM; 2010 [cited 2016]. Available from: <http://www.irglm.qc.ca/fr/services-clientele/soins-et-services-offerts/programme-lesions-medullaires.php>.
60. Haisma JA, van der Woude LH, Stam HJ, Bergen MP, Sluis TA, de Groot S, et al. Prognostic models for physical capacity at discharge and 1 year postdischarge from rehabilitation in persons with spinal cord injury. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2007 Dec;88(12):1694-703. PubMed PMID: 18047888.
61. Krassioukov AV, Furlan JC, Fehlings MG. Medical co-morbidities, secondary complications, and mortality in elderly with acute spinal cord injury. *Journal of neurotrauma*. 2003 Apr;20(4):391-9. PubMed PMID: 12866818.
62. Sokolowski MJ, Jackson AP, Haak MH, Meyer PR, Jr., Sokolowski MS. Acute mortality and complications of cervical spine injuries in the elderly at a single tertiary care center. *Journal of spinal disorders & techniques*. 2007 Jul;20(5):352-6. PubMed PMID: 17607099.
63. Furlan JC, Bracken MB, Fehlings MG. Is age a key determinant of mortality and neurological outcome after acute traumatic spinal cord injury? *Neurobiology of aging*. 2010 Mar;31(3):434-46. PubMed PMID: 18550225.
64. Dimar JR, Fisher C, Vaccaro AR, Okonkwo DO, Dvorak M, Fehlings M, et al. Predictors of complications after spinal stabilization of thoracolumbar spine injuries. *The Journal of trauma*. 2010 Dec;69(6):1497-500. PubMed PMID: 20404758.
65. Krause JS, Broderick LE, Saladin LK, Broyles J. Racial disparities in health outcomes after spinal cord injury: mediating effects of education and income. *The journal of spinal cord medicine*. 2006;29(1):17-25. PubMed PMID: 16572561. Pubmed Central PMCID: 1864787.
66. Wu Q, Ning GZ, Li YL, Feng HY, Feng SQ. Factors affecting the length of stay of patients with traumatic spinal cord injury in Tianjin, China. *The journal of spinal cord medicine*. 2013 May;36(3):237-42. PubMed PMID: 23809595. Pubmed Central PMCID: 3654451.
67. Silva RdAe. Analysis of Risk Factors Sociodemographic for the Functional Dependence of Adults with Spinal Cord Injury. *J Biomedical Science and Engineering*. 2015;8:287-94.
68. Hatchett PE, Mulroy SJ, Eberly VJ, Haubert LL, Requejo PS. Body mass index changes over 3 years and effect of obesity on community mobility for persons with chronic spinal cord injury. *The journal of spinal cord medicine*. 2016 Jan 18:1-12. PubMed PMID: 26781601.
69. Gater DR, Jr. Obesity after spinal cord injury. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*. 2007 May;18(2):333-51, vii. PubMed PMID: 17543776.
70. Consortium for Spinal Cord M. Outcomes following traumatic spinal cord injury: clinical practice guidelines for health-care professionals. *The journal of spinal cord medicine*. 2000 Winter;23(4):289-316. PubMed PMID: 17536300.

71. Macciocchi S, Seel RT, Warshowsky A, Thompson N, Barlow K. Co-occurring traumatic brain injury and acute spinal cord injury rehabilitation outcomes. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2012 Oct;93(10):1788-94. PubMed PMID: 22480549.
72. Bradbury CL, Wodchis WP, Mikulis DJ, Pano EG, Hitzig SL, McGillivray CF, et al. Traumatic brain injury in patients with traumatic spinal cord injury: clinical and economic consequences. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2008 Dec;89(12 Suppl):S77-84. PubMed PMID: 19081445.
73. Theodore N, Aarabi B, Dhall SS, Gelb DE, Hurlbert RJ, Rozzelle CJ, et al. Transportation of patients with acute traumatic cervical spine injuries. *Neurosurgery*. 2013 Mar;72 Suppl 2:35-9. PubMed PMID: 23417177.
74. Ahidjo KA, Olayinka SA, Ayokunle O, Mustapha AF, Sulaiman GA, Gbolahan AT. Prehospital transport of patients with spinal cord injury in Nigeria. *The journal of spinal cord medicine*. 2011;34(3):308-11. PubMed PMID: 21756570. Pubmed Central PMCID: 3127360.
75. Hachen HJ. Emergency transportation in the event of acute spinal cord lesion. *Paraplegia*. 1974 May;12(1):33-7. PubMed PMID: 4837662.
76. Fyffe DC, Botticello AL, Myaskovsky L. Vulnerable Groups Living with Spinal Cord Injury. *Topics in spinal cord injury rehabilitation*. 2011 Fall;17(2):1-9. PubMed PMID: 23966760. Pubmed Central PMCID: 3746335.
77. van Weert KC, Schouten EJ, Hofstede J, van de Meent H, Holtslag HR, van den Berg-Emons RJ. Acute phase complications following traumatic spinal cord injury in Dutch level 1 trauma centres. *Journal of rehabilitation medicine*. 2014 Oct;46(9):882-5. PubMed PMID: 25152935.
78. V F. Functional neurological recovery after spinal cord injury is impaired in patients with infections. *Brain*. 2012;135:3238-50.
79. Meisel C, Prass K, Braun J, Victorov I, Wolf T, Megow D, et al. Preventive antibacterial treatment improves the general medical and neurological outcome in a mouse model of stroke. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2004 Jan;35(1):2-6. PubMed PMID: 14684767.
80. Noreau L, Proulx P, Gagnon L, Drolet M, Laramee MT. Secondary impairments after spinal cord injury: a population-based study. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*. 2000 Nov-Dec;79(6):526-35. PubMed PMID: 11083303.
81. JC A-L. Factors predicting depression among persons with spinal cord injury 1 to 5 years post injury. *NeuroRehabilitation*. 2011;29(1):9-21.
82. Hurlbert RJ, Hadley MN, Walters BC, Aarabi B, Dhall SS, Gelb DE, et al. Pharmacological therapy for acute spinal cord injury. *Neurosurgery*. 2015 Mar;76 Suppl 1:S71-83. PubMed PMID: 25692371.
83. Wilson JR, Singh A, Craven C, Verrier MC, Drew B, Ahn H, et al. Early versus late surgery for traumatic spinal cord injury: the results of a prospective Canadian cohort study. *Spinal cord*. 2012 Nov;50(11):840-3. PubMed PMID: 22565550.
84. Campbell PG, Yadla S, Malone J, Zussman B, Maltenfort MG, Sharan AD, et al. Early complications related to approach in cervical spine surgery: single-center prospective study. *World neurosurgery*. 2010 Aug-Sep;74(2-3):363-8. PubMed PMID: 21492571.
85. Bourassa-Moreau E, Mac-Thiong JM, Li A, Ehrmann Feldman D, Gagnon DH, Thompson C, et al. Do Patients with Complete Spinal Cord Injury Benefit from Early Surgical

- Decompression? Analysis of Neurological Improvement in a Prospective Cohort Study. *Journal of neurotrauma*. 2016 Feb 1;33(3):301-6. PubMed PMID: 26494114.
86. Pandyan AD, Gregoric M, Barnes MP, Wood D, Van Wijck F, Burrige J, et al. Spasticity: clinical perceptions, neurological realities and meaningful measurement. *Disability and rehabilitation*. 2005 Jan 7-21;27(1-2):2-6. PubMed PMID: 15799140.
87. Street JT, Noonan VK, Cheung A, Fisher CG, Dvorak MF. Incidence of acute care adverse events and long-term health-related quality of life in patients with TSCI. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society*. 2015 May 1;15(5):923-32. PubMed PMID: 23981816.
88. Silow-Carroll S. Reducing Hospital Readmissions: Lessons from Top-Performing Hospitals. The Commonwealth fund publication. 2011;5(1473).
89. Catz A, Itzkovich M, Agranov E, Ring H, Tamir A. SCIM--spinal cord independence measure: a new disability scale for patients with spinal cord lesions. *Spinal cord*. 1997 Dec;35(12):850-6. PubMed PMID: 9429264.
90. Database RM. Rehab Measures: FIM® instrument (FIM); FIM® is a trademark of the Uniform Data System fro Medical Rehabilitation, a division of UB Foundation Activities, Inc. 2015 [2016]. Available from: <http://www.rehabmeasures.org/lists/rehabmeasures/dispform.aspx?id=889>.
91. Mahabaleshwarkar R, Khanna R. National hospitalization burden associated with spinal cord injuries in the United States. *Spinal cord*. 2014 Feb;52(2):139-44. PubMed PMID: 24276419.
92. Munce SE, Wodchis WP, Guilcher SJ, Couris CM, Verrier M, Fung K, et al. Direct costs of adult traumatic spinal cord injury in Ontario. *Spinal cord*. 2013 Jan;51(1):64-9. PubMed PMID: 22801189.
93. Richard-Denis A. Costs and length of stay for the acute care of patients with motor-complete spinal cord injury (SCI) following cervical trauma: the impact of early peri-operative management in a specialized acute SCI center. Submitted in *Journal of Neurotrauma*. 2015.
94. evidence CfSCI. Early acute management in adults with spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care professionals. *Journal of Spinal cord medicine*. 2008;31(4):408-79.
95. Donovan WH, Carter RE, Bedbrook GM, Young JS, Griffiths ER. Incidence of medical complications in spinal cord injury: patients in specialised, compared with non-specialised centres. *Paraplegia*. 1984 Oct;22(5):282-90. PubMed PMID: 6493795.
96. DeVivo MJ, Kartus PL, Stover SL, Fine PR. Benefits of early admission to an organised spinal cord injury care system. *Paraplegia*. 1990 Nov;28(9):545-55. PubMed PMID: 2287519.
97. Cengiz SL, Kalkan E, Bayir A, Ilik K, Basefer A. Timing of thoracolumbar spine stabilization in trauma patients; impact on neurological outcome and clinical course. A real prospective (rct) randomized controlled study. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2008 Sep;128(9):959-66. PubMed PMID: 18040702.
98. McKinley W, Meade MA, Kirshblum S, Barnard B. Outcomes of early surgical management versus late or no surgical intervention after acute spinal cord injury. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004 Nov;85(11):1818-25. PubMed PMID: 15520977.
99. Jean-Marie Moutquin M, MSc, FRCSC. Lésions médullaires traumatiques et

non-traumatiques: analyse comparative des caractéristiques et de l'organisation des soins et services de réadaptation au Québec. In: (INESSS) INdeesessdQ, editor.: Institut National d'excellence en santé et services sociaux du Québec (INESSS); 2013. p. page iii.

100. Nord-de-l'île-de-Montréal Ciudsedssd. Centre d'expertise pour les personnes blessées médullaires de l'Ouest du Québec (CEBMOQ): Hôpital du Sacré-Coeur de Montreal; 2013. Available from: <http://www.hscm.ca/soins-et-services/les-soins-et-services-medicaux-chirurgicaux-psychiatriques-et-professionnels/t/centre-de-traumatologie/cebmoq/index.html>.

101. Committee M, Burns S, Biering-Sorensen F, Donovan W, Graves DE, Jha A, et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury, revised 2011. *Topics in spinal cord injury rehabilitation*. 2012 Winter;18(1):85-99. PubMed PMID: 23460761. Pubmed Central PMCID: 3584745.

102. Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Jr., Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974 Mar;14(3):187-96. PubMed PMID: 4814394.

103. Medicine CfSC. Respiratory management following spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care professionals. *J Spinal cord Med*. 2005;28:259-93.

104. Medicine CfSC. Bladder management for adults with adults with spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care providers. *J Spinal cord Med*. 2006;29(5):527-73.

105. NPUAP-EPUAP I. NPUAP pressure ulcer stages/categories. 2007.

106. Dryden DM, Saunders LD, Rowe BH, May LA, Yiannakoulis N, Svenson LW, et al. The epidemiology of traumatic spinal cord injury in Alberta, Canada. *The Canadian journal of neurological sciences Le journal canadien des sciences neurologiques*. 2003 May;30(2):113-21. PubMed PMID: 12774950.

107. Richard-Denis A, Thompson C, Bourassa-Moreau E, Parent S, Mac-Thiong JM. Does the Acute Care Spinal Cord Injury Setting Predict the Occurrence of Pressure Ulcers at Arrival to Intensive Rehabilitation Centers? *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*. 2015 Sep 24. PubMed PMID: 26418488.

108. Godbolt AK, Stenberg M, Jakobsson J, Sorjonen K, Krakau K, Stalnacke BM, et al. Subacute complications during recovery from severe traumatic brain injury: frequency and associations with outcome. *BMJ open*. 2015;5(4):e007208. PubMed PMID: 25941181. Pubmed Central PMCID: 4420979.

109. Salzberg CA, Byrne DW, Cayten CG, van Niewerburgh P, Murphy JG, Viehbeck M. A new pressure ulcer risk assessment scale for individuals with spinal cord injury. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*. 1996 Mar-Apr;75(2):96-104. PubMed PMID: 8630201.

110. Furlan JC, Fehlings MG. Cardiovascular complications after acute spinal cord injury: pathophysiology, diagnosis, and management. *Neurosurgical focus*. 2008;25(5):E13. PubMed PMID: 18980473.

111. Ropper AE, Neal MT, Theodore N. Acute management of traumatic cervical spinal cord injury. *Practical neurology*. 2015 Aug;15(4):266-72. PubMed PMID: 25986457.

112. Kirshblum SC, Botticello AL, Dyson-Hudson TA, Byrne R, Marino RJ, Lammertse DP. Patterns of Sacral Sparing Components on Neurological Recovery in Newly Injured Persons with Traumatic Spinal Cord Injury. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2016 Mar 10. PubMed PMID: 26971670.

113. Franceschini M, Cerrel Bazo H, Lauretani F, Agosti M, Pagliacci MC. Age influences rehabilitative outcomes in patients with spinal cord injury (SCI). *Aging clinical and experimental research*. 2011 Jun;23(3):202-8. PubMed PMID: 21993167.
114. DeVivo MJ, Kartus PL, Rutt RD, Stover SL, Fine PR. The influence of age at time of spinal cord injury on rehabilitation outcome. *Archives of neurology*. 1990 Jun;47(6):687-91. PubMed PMID: 2346397.
115. Haisma JA, van der Woude LH, Stam HJ, Bergen MP, Sluis TA, Post MW, et al. Complications following spinal cord injury: occurrence and risk factors in a longitudinal study during and after inpatient rehabilitation. *Journal of rehabilitation medicine*. 2007 May;39(5):393-8. PubMed PMID: 17549331.
116. Vickrey BG, Shekelle P, Morton S, Clark K, Pathak M, Kamberg C. Prevention and management of urinary tract infections in paralyzed persons. *Evidence report/technology assessment*. 1999 Jan(6):1-3. PubMed PMID: 11487801.
117. Allman RM. Pressure ulcer prevalence, incidence, risk factors, and impact. *Clinics in geriatric medicine*. 1997 Aug;13(3):421-36. PubMed PMID: 9227937.
118. Aarabi B, Harrop JS, Tator CH, Alexander M, Dettori JR, Grossman RG, et al. Predictors of pulmonary complications in blunt traumatic spinal cord injury. *Journal of neurosurgery Spine*. 2012 Sep;17(1 Suppl):38-45. PubMed PMID: 22985369.
119. Cooke CR. Economics of mechanical ventilation and respiratory failure. *Critical care clinics*. 2012 Jan;28(1):39-55, vi. PubMed PMID: 22123098.
120. Abdul-Sattar AB. Predictors of functional outcome in patients with traumatic spinal cord injury after inpatient rehabilitation: in Saudi Arabia. *NeuroRehabilitation*. 2014 Jan 1;35(2):341-7. PubMed PMID: 24990019.
121. Saboe LA, Darrach JM, Pain KS, Guthrie J. Early predictors of functional independence 2 years after spinal cord injury. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1997 Jun;78(6):644-50. PubMed PMID: 9196473.
122. Wilson JR, Cadotte DW, Fehlings MG. Clinical predictors of neurological outcome, functional status, and survival after traumatic spinal cord injury: a systematic review. *Journal of neurosurgery Spine*. 2012 Sep;17(1 Suppl):11-26. PubMed PMID: 22985366.
123. van Middendorp JJ, Hosman AJ, Doi SA. The effects of the timing of spinal surgery after traumatic spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *Journal of neurotrauma*. 2013 Nov 1;30(21):1781-94. PubMed PMID: 23815524.
124. Del Curto D, Tamaoki MJ, Martins DE, Puertas EB, Belloti JC. Surgical approaches for cervical spine facet dislocations in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;10:CD008129. PubMed PMID: 25354696.
125. Luo J, Cao K, Huang S, Li L, Yu T, Cao C, et al. Comparison of anterior approach versus posterior approach for the treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy. *Eur Spine J*. 2015 Aug;24(8):1621-30. PubMed PMID: 25840781.
126. Bhimani R, Anderson L. Clinical understanding of spasticity: implications for practice. *Rehabil Res Pract*. 2014;2014:279175. PubMed PMID: 25276432. Pubmed Central PMCID: 4168242.
127. Tee JW, Chan PC, Fitzgerald MC, Liew SM, Rosenfeld JV. Early predictors of functional disability after spine trauma: a level 1 trauma center study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013 May 20;38(12):999-1007. PubMed PMID: 23459136.

128. Cohen ME, Ditunno JF, Jr., Donovan WH, Maynard FM, Jr. A test of the 1992 International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. *Spinal cord*. 1998 Aug;36(8):554-60. PubMed PMID: 9713924.
129. Bhimani RH, Anderson LC, Henly SJ, Stoddard SA. Clinical measurement of limb spasticity in adults: state of the science. *J Neurosci Nurs*. 2011 Apr;43(2):104-15. PubMed PMID: 21488584.
130. Bhimani RH, McAlpine CP, Henly SJ. Understanding spasticity from patients' perspectives over time. *J Adv Nurs*. 2012 Nov;68(11):2504-14. PubMed PMID: 22339651.
131. Houghton PE CKaCP. Canadian Best Practice Guidelines for the Prevention and Management of Pressure Ulcers in People with Spinal Cord Injury. A resource handbook for Clinicians. <http://www.onf.org>2013.
132. Hagen EM. Acute complications of spinal cord injuries. *World journal of orthopedics*. 2015 Jan 18;6(1):17-23. PubMed PMID: 25621207. Pubmed Central PMCID: 4303786.
133. Information CifH. Life after traumatic spinal cord injury: From inpatient rehabilitation back to the community. Analysis in Brief. 2006.
134. Information CifH. Inpatient rehabilitation in Canada 2004-2005. 2006.
135. Ditunno JF, Jr. The John Stanley Coulter Lecture. Predicting recovery after spinal cord injury: a rehabilitation imperative. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1999 Apr;80(4):361-4. PubMed PMID: 10206595.
136. Eastwood EA, Hagglund KJ, Ragnarsson KT, Gordon WA, Marino RJ. Medical rehabilitation length of stay and outcomes for persons with traumatic spinal cord injury--1990-1997. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1999 Nov;80(11):1457-63. PubMed PMID: 10569441.
137. Fleuren JF, Voerman GE, Erren-Wolters CV, Snoek GJ, Rietman JS, Hermens HJ, et al. Stop using the Ashworth Scale for the assessment of spasticity. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2010 Jan;81(1):46-52. PubMed PMID: 19770162.
138. Coté D TA. Organization of stroke care services: review of the evidence, policies and experiences. *ETMIS*. 2011 May, 2011;7(4):4.
139. Hammond FM, Lieberman J, Smout RJ, Horn SD, Dijkers MP, Backus D. Missed therapy time during inpatient rehabilitation for spinal cord injury. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2013 Apr;94(4 Suppl):S106-14. PubMed PMID: 23527767.

ANNEXE A : Spinal Cord Independence Measure (SCIM)

11



LOEWENSTEIN HOSPITAL REHABILITATION CENTER

Affiliated with the Sackler Faculty of Medicine, Tel-Aviv University

Department IV, Medical Director: Dr. Amiram Catz Tel: 972-9-7709090 Fax: 972-9-7709986 e-mail: amiramc@clalit.org.il

Patient Name: _____ ID: _____ Examiner Name: _____

(Enter the score for each function in the adjacent square, below the date. The form may be used for up to 6 examinations.)

SCIM-SPINAL CORD INDEPENDENCE MEASURE

Version III, Sept 14, 2002

Self-Care

DATE

| | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|
| EXam | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | |

1. Feeding (cutting, opening containers, pouring, bringing food to mouth, holding cup with fluid)

- 0. Needs parenteral, gastrostomy, or fully assisted oral feeding
- 1. Needs partial assistance for eating and/or drinking, or for wearing adaptive devices
- 2. Eats independently; needs adaptive devices or assistance only for cutting food and/or pouring and/or opening containers
- 3. Eats and drinks independently; does not require assistance or adaptive devices

2. Bathing (soaping, washing, drying body and head, manipulating water tap). **A-upper body; B-lower body**

- A.** 0. Requires total assistance

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
- 1. Requires partial assistance
- 2. Washes independently with adaptive devices or in a specific setting (e.g., bars, chair)
- 3. Washes independently; does not require adaptive devices or specific setting (not customary for healthy people) (adss)

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
- B.** 0. Requires total assistance

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
- 1. Requires partial assistance
- 2. Washes independently with adaptive devices or in a specific setting (adss)
- 3. Washes independently; does not require adaptive devices (adss) or specific setting

3. Dressing (clothes, shoes, permanent orthoses: dressing, wearing, undressing). **A-upper body; B-lower body**

- A.** 0. Requires total assistance

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
- 1. Requires partial assistance with clothes without buttons, zippers or laces (cwobzl)
- 2. Independent with cwobzl; requires adaptive devices and/or specific settings (adss)
- 3. Independent with cwobzl; does not require adss; needs assistance or adss only for bzl
- 4. Dresses (any cloth) independently; does not require adaptive devices or specific setting
- B.** 0. Requires total assistance

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
- 1. Requires partial assistance with clothes without buttons, zippers or laces (cwobzl)
- 2. Independent with cwobzl; requires adaptive devices and/or specific settings (adss)
- 3. Independent with cwobzl without adss; needs assistance or adss only for bzl
- 4. Dresses (any cloth) independently; does not require adaptive devices or specific setting

4. Grooming (washing hands and face, brushing teeth, combing hair, shaving, applying makeup)

- 0. Requires total assistance

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
- 1. Requires partial assistance
- 2. Grooms independently with adaptive devices
- 3. Grooms independently without adaptive devices

SUBTOTAL (0-20)

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|

Respiration and Sphincter Management

5. Respiration

- 0. Requires tracheal tube (TT) and permanent or intermittent assisted ventilation (IAV)
- 2. Breathes independently with TT; requires oxygen, much assistance in coughing or TT management
- 4. Breathes independently with TT; requires little assistance in coughing or TT management
- 6. Breathes independently without TT; requires oxygen, much assistance in coughing, a mask (e.g., peep) or IAV (bipap)
- 8. Breathes independently without TT; requires little assistance or stimulation for coughing
- 10. Breathes independently without assistance or device

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|

6. Sphincter Management - Bladder

- 0. Indwelling catheter
- 3. Residual urine volume (RUV) > 100cc; no regular catheterization or assisted intermittent catheterization
- 6. RUV < 100cc or intermittent self-catheterization; needs assistance for applying drainage instrument
- 9. Intermittent self-catheterization; uses external drainage instrument; does not need assistance for applying
- 11. Intermittent self-catheterization; continent between catheterizations; does not use external drainage instrument
- 13. RUV < 100cc; needs only external urine drainage; no assistance is required for drainage
- 15. RUV < 100cc; continent; does not use external drainage instrument

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|

7. Sphincter Management - Bowel

- 0. Irregular timing or very low frequency (less than once in 3 days) of bowel movements
- 5. Regular timing, but requires assistance (e.g., for applying suppository); rare accidents (less than twice a month)
- 8. Regular bowel movements, without assistance; rare accidents (less than twice a month)
- 10. Regular bowel movements, without assistance; no accidents

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|

8. Use of Toilet (perineal hygiene, adjustment of clothes before/after, use of napkins or diapers).

- 0. Requires total assistance
- 1. Requires partial assistance; does not clean self
- 2. Requires partial assistance; cleans self independently
- 4. Uses toilet independently in all tasks but needs adaptive devices or special setting (e.g., bars)
- 5. Uses toilet independently; does not require adaptive devices or special setting

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|

SUBTOTAL (0-40)

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|

Mobility (room and toilet)

DATE

/ / / / / /

9. Mobility in Bed and Action to Prevent Pressure Sores

0. Needs assistance in all activities: turning upper body in bed, turning lower body in bed, sitting up in bed, doing push-ups in wheelchair, with or without adaptive devices, but not with electric aids
2. Performs one of the activities without assistance
4. Performs two or three of the activities without assistance
6. Performs all the bed mobility and pressure release activities independently

10. Transfers: bed-wheelchair (locking wheelchair, lifting footrests, removing and adjusting arm rests, transferring, lifting feet)

0. Requires total assistance
1. Needs partial assistance and/or supervision, and/or adaptive devices (e.g., sliding board)
2. Independent (or does not require wheelchair)

11. Transfers: wheelchair-toilet-tub (if uses toilet wheelchair: transfers to and from; if uses regular wheelchair: locking wheelchair, lifting footrests, removing and adjusting armrests, transferring, lifting feet)

0. Requires total assistance
1. Needs partial assistance and/or supervision, and/or adaptive devices (e.g., grab-bars)
2. Independent (or does not require wheelchair)

Mobility (indoors and outdoors, on even surface)**12. Mobility Indoors**

0. Requires total assistance
1. Needs electric wheelchair or partial assistance to operate manual wheelchair
2. Moves independently in manual wheelchair
3. Requires supervision while walking (with or without devices)
4. Walks with a walking frame or crutches (swing)
5. Walks with crutches or two canes (reciprocal walking)
6. Walks with one cane
7. Needs leg orthosis only
8. Walks without walking aids

13. Mobility for Moderate Distances (10-100 meters)

0. Requires total assistance
1. Needs electric wheelchair or partial assistance to operate manual wheelchair
2. Moves independently in manual wheelchair
3. Requires supervision while walking (with or without devices)
4. Walks with a walking frame or crutches (swing)
5. Walks with crutches or two canes (reciprocal walking)
6. Walks with one cane
7. Needs leg orthosis only
8. Walks without walking aids

14. Mobility Outdoors (more than 100 meters)

0. Requires total assistance
1. Needs electric wheelchair or partial assistance to operate manual wheelchair
2. Moves independently in manual wheelchair
3. Requires supervision while walking (with or without devices)
4. Walks with a walking frame or crutches (swing)
5. Walks with crutches or two canes (reciprocal walking)
6. Walks with one cane
7. Needs leg orthosis only
8. Walks without walking aids

15. Stair Management

0. Unable to ascend or descend stairs
1. Ascends and descends at least 3 steps with support or supervision of another person
2. Ascends and descends at least 3 steps with support of handrail and/or crutch or cane
3. Ascends and descends at least 3 steps without any support or supervision

16. Transfers: wheelchair-car (approaching car, locking wheelchair, removing arm- and footrests, transferring to and from car, bringing wheelchair into and out of car)

0. Requires total assistance
1. Needs partial assistance and/or supervision and/or adaptive devices
2. Transfers independent; does not require adaptive devices (or does not require wheelchair)

17. Transfers: ground-wheelchair

0. Requires assistance
1. Transfers independent with or without adaptive devices (or does not require wheelchair)

SUBTOTAL (0-40)

TOTAL SCIM SCORE (0-100)

ANNEXE B : Formulaire de consentement (projet prospectif- article 2)

FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT¹

TITRE DU PROJET : Impact de la chirurgie spinale précoce sur la récupération des patients ayant subi un traumatisme vertébral avec atteinte neurologique

NOM DES CHERCHEURS RESPONSABLES

Jean-Marc Mac-Thiong, M.D., Ph. D.
Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal

NOM DES CO-CHERCHEURS ET COLLABORATEURS

Alain Jodoin, M.D., chirurgien orthopédiste
Gilles Maurais, M.D., chirurgien orthopédiste
Paul Khoueir, M.D., neurochirurgien
Stefan Parent, M.D., Ph. D., chirurgien orthopédiste
Debbie Feldman, Ph. D., pht
Dany Gagnon, Ph. D., pht

ORGANISME SUBVENTIONNAIRE :

Recherche médicale et spécifications des matériaux de l'armée Américaine

¹ L'expression *sujet de recherche* couvre la notion de participant à un projet de recherche. Le genre masculin, employé pour alléger le texte, désigne autant les femmes que les hommes.

PRÉAMBULE

Le groupe de recherche en orthopédie de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal (HSCM) participe à des protocoles de recherche dans le but d'améliorer les traitements chez les patients souffrant de problèmes de la colonne vertébrale. Nous sollicitons aujourd'hui votre participation à une étude de l'impact d'une chirurgie spinale précoce sur la récupération des patients ayant une blessure à la colonne vertébrale avec une atteinte neurologique. À cet effet, nous vous invitons à lire le présent document afin de décider si vous êtes intéressé à participer à ce projet.

NATURE ET OBJECTIFS DU PROJET

Votre médecin a déterminé que la nature de votre traumatisme de la colonne vertébrale requerrait un traitement chirurgical. Vous êtes invité à participer à cette étude qui est conçue pour aider les chirurgiens à déterminer le meilleur moment pour effectuer une chirurgie sur les patients ayant subi un traumatisme de la colonne vertébrale. Présentement, les avantages et les inconvénients potentiels à effectuer un traitement chirurgical précoce ou retardé afin de permettre à votre état de santé de se stabiliser sont inconnus. Les 3 objectifs spécifiques de cette étude sont :

1. Évaluer l'impact du délai de la chirurgie sur les coûts et la durée d'hospitalisation.
2. Évaluer l'impact du délai de la chirurgie sur les taux de complications durant l'hospitalisation.
3. Évaluer l'impact du délai de la chirurgie sur la récupération neurologique et la qualité de vie.

Cent trente-six (136) sujets de recherche seront recrutés à l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal dans le cadre de cette étude.

DÉROULEMENT DU PROJET

Vous avez été admis à l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal et vous avez reçu un traitement standard d'un spécialiste qualifié. Les informations sur votre diagnostic et votre traitement seront recueillies à partir de votre dossier clinique et de questionnaires standardisés et seront conservées de façon sécuritaire. Les questionnaires de qualité de vie seront complétés lors de vos visites de suivi à l'hôpital à 6 mois, 1 an et 2 ans après votre chirurgie. Nous n'allons pas vous faire venir à l'hôpital seulement pour la recherche.

AVANTAGES ET BÉNÉFICES

Il se peut que vous retiriez un bénéfice personnel de votre participation à ce projet de recherche, mais on ne peut vous l'assurer. Les données recueillies permettront d'améliorer les connaissances, et éventuellement, le traitement de patients ayant subi une blessure à la colonne vertébrale.

INCONVÉNIENTS ET RISQUES

Il n'y a aucun inconvénient ou risque prévisible pour le sujet de recherche et son entourage. Le seul inconvénient est associé au temps passé à répondre aux questionnaires.

CONFIDENTIALITÉ

Durant votre participation à ce projet, le chercheur responsable ainsi que son personnel recueilleront et consigneront dans un dossier de recherche les renseignements vous concernant. Seuls les renseignements nécessaires pour répondre aux objectifs scientifiques de ce projet seront recueillis. Tous les renseignements recueillis demeureront strictement confidentiels dans les limites prévues par la loi. Afin de préserver votre identité et la confidentialité des renseignements, vous ne serez identifié que par un numéro de code. La clé du code reliant votre nom à votre dossier de recherche sera conservée par le chercheur responsable.

Le chercheur responsable du projet utilisera les données à des fins de recherche dans le but de répondre aux objectifs scientifiques du projet décrits dans le formulaire d'information et de consentement. Ces données seront conservées pendant 25 ans par le chercheur responsable.

Les données pourront être publiées dans des revues spécialisées ou faire l'objet de discussions scientifiques, mais il ne sera pas possible de vous identifier.

À des fins de surveillance et de contrôle, votre dossier de recherche ainsi que votre dossier médical, s'il y a lieu, pourront être consultés par une personne mandatée par le comité d'éthique de la recherche de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal, ou par l'établissement, ou par l'organisme subventionnaire : la Recherche médicale et spécifications des matériaux de l'armée Américaine. Toutes ces personnes et ces organismes adhèrent à une politique de confidentialité

FINANCEMENT DU PROJET DE RECHERCHE

Le chercheur responsable du projet, Dr. Jean-Marc Mac-Thiong, a reçu une compensation de l'organisme subventionnaire pour mener à bien ce projet de recherche.

INDEMNISATION EN CAS DE PRÉJUDICE ET DROITS DU SUJET DE RECHERCHE

En acceptant de participer à ce projet, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni ne libérez les chercheurs, l'organisme subventionnaire ou l'établissement de leur responsabilité civile et professionnelle.

COMPENSATION

Aucune compensation n'est prévue puisque ce projet de recherche ne nécessite aucune dépense et n'entraîne aucun inconvénient.

PARTICIPATION VOLONTAIRE ET POSSIBILITÉ DE RETRAIT

Votre participation à ce projet est libre et volontaire. Vous pouvez vous retirer de ce projet de recherche en tout temps sans aucune justification ou explication requise. Quelle que soit votre décision, cela n'affectera en aucun cas la qualité des services de santé qui vous sont offerts. Vous pouvez vous retirer de ce projet sur un simple avis verbal.

Vous pouvez refuser de participer à ce projet de recherche sans aucune explication ou justification.

SURVEILLANCE DES ASPECTS ÉTHIQUES DU PROJET DE RECHERCHE

Le comité d'éthique de la recherche de l'HSCM et du Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation de Montréal (CRIR) ont approuvé ce projet de recherche et en assurent le suivi. De plus, ils approuveront au préalable toute révision et toute modification apportée au formulaire d'information et de consentement et au protocole de recherche.

CONSENTEMENT DU SUJET DE RECHERCHE

J'ai lu, ou on m'a lu, et j'ai compris l'information contenue dans ce document d'information et formulaire de consentement et on a répondu à toutes mes questions de manière satisfaisante. J'ai eu suffisamment de temps pour décider si je voulais participer ou non au projet. Je comprends que ma participation est entièrement volontaire et que je peux me retirer à tout moment sans explication et que la qualité de mes soins ne sera pas affectée par mon refus ou mon retrait.

J'accepte de participer au projet *Impact de la chirurgie spinale précoce sur la récupération des patients ayant subi un traumatisme vertébral avec atteinte neurologique.* Je consens à ce que les chercheurs aient accès à mon dossier médical afin de recueillir de l'information sur ma blessure à la colonne vertébrale.

Je comprends que je ne renonce à aucun de mes droits légaux en signant ce formulaire.

Je consens à participer à ce projet de recherche aux conditions qui y sont énoncées.

Je recevrai un exemplaire de ce formulaire après l'avoir signé et daté. Un exemplaire sera également déposé à mon dossier médical. En conséquence, je comprends que cette information sera disponible à toute personne ou compagnie à qui je donnerai accès à mon dossier médical.

Nom du sujet de recherche (en lettres moulées)

Signature du sujet de recherche

Date (jj-mm-aaaa)

Le Sujet est incapable de fournir son consentement écrit afin de participer au projet Impact de la chirurgie spinale précoce sur la récupération des patients ayant subi un traumatisme vertébral avec atteinte neurologique et a donc fourni son consentement verbal.

Signature du témoin au consentement verbal du sujet:

Nom du témoin (en lettres moulées)

Signature du témoin

Date (jj-mm-aaaa)

Signature de la personne qui a obtenu le consentement si différent du chercheur responsable du projet de recherche

J'ai expliqué au sujet de recherche les termes du présent formulaire d'information et de consentement et j'ai répondu aux questions qu'il m'a posées.

Nom de la personne qui obtient le consentement (en lettres moulées)

Signature de la personne qui obtient le consentement

Date (jj-mm-aaaa)

Signature et engagement du chercheur responsable du projet

Je certifie qu'on a expliqué au sujet de recherche les termes du présent formulaire d'information et de consentement, que l'on a répondu aux questions que le sujet de recherche avait à cet égard et qu'on lui a clairement indiqué qu'il demeure libre de mettre un terme à sa participation, et ce, sans préjudice.

Je m'engage, avec l'équipe de recherche, à respecter ce qui a été convenu au formulaire d'information et de consentement et à en remettre une copie signée au sujet de recherche.

Nom du chercheur responsable du projet de recherche (en lettres moulées)

Signature du chercheur responsable du projet de recherche

Date (jj-mm-aaaa)

ANNEXE C : American Spinal Injury Association Impairment Scale



Patient Name _____ Date/Time of Exam _____
 Examiner Name _____ Signature _____

| | RIGHT | LEFT | |
|---|--|--|--|
| | MOTOR KEY MUSCLES | MOTOR KEY MUSCLES | |
| UER (Upper Extremity Right) | Elbow flexors C5 Wrist extensors C6 Elbow extensors C7 Finger flexors C8 Finger abductors (little finger) T1 | Elbow flexors C5 Wrist extensors C6 Elbow extensors C7 Finger flexors C8 Finger abductors (little finger) T1 | UEL (Upper Extremity Left) |
| LER (Lower Extremity Right) | Hip flexors L2 Knee extensors L3 Ankle dorsiflexors L4 Long toe extensors L5 Ankle plantar flexors S1 | Hip flexors L2 Knee extensors L3 Ankle dorsiflexors L4 Long toe extensors L5 Ankle plantar flexors S1 | LEL (Lower Extremity Left) |
| (VAC) Voluntary Anal Contraction (Yes/No) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | (DAP) Deep Anal Pressure (Yes/No) |
| | RIGHT TOTALS (MAXIMUM) (50) (56) (56) | LEFT TOTALS (MAXIMUM) (56) (56) (50) | |
| MOTOR SUBSCORES | UER <input type="checkbox"/> + UEL <input type="checkbox"/> = UEMS TOTAL <input type="checkbox"/> MAX (25) (25) (50) | LER <input type="checkbox"/> + LEL <input type="checkbox"/> = LEMS TOTAL <input type="checkbox"/> MAX (25) (25) (50) | SENSORY SUBSCORES |
| | | | LTR <input type="checkbox"/> + LTL <input type="checkbox"/> = LT TOTAL <input type="checkbox"/> MAX (56) (56) (112) |
| | | | PPR <input type="checkbox"/> + PPL <input type="checkbox"/> = PP TOTAL <input type="checkbox"/> MAX (56) (56) (112) |
| NEUROLOGICAL LEVELS <small>Steps 1-5 for classification as on reverse</small> | 1. SENSORY R <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> 2. MOTOR R <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> | 3. NEUROLOGICAL LEVEL OF INJURY (NLI) <input type="checkbox"/> | 4. COMPLETE OR INCOMPLETE? <input type="checkbox"/> <small>Incomplete = Any sensory or motor function in S4-5</small> |
| | | | 5. ASIA IMPAIRMENT SCALE (AIS) <input type="checkbox"/> <small>(In complete injuries only)</small> ZONE OF PARTIAL PRESERVATION <small>Most caudal level with any innervation</small> |
| | | | SENSORY R <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> MOTOR R <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> |

This form may be copied freely but should not be altered without permission from the American Spinal Injury Association.

REV 11/15

Muscle Function Grading

- 0** = total paralysis
- 1** = palpable or visible contraction
- 2** = active movement, full range of motion (ROM) with gravity eliminated
- 3** = active movement, full ROM against gravity
- 4** = active movement, full ROM against gravity and moderate resistance in a muscle specific position
- 5** = (normal) active movement, full ROM against gravity and full resistance in a functional muscle position expected from an otherwise unimpaired person
- 5*** = (normal) active movement, full ROM against gravity and sufficient resistance to be considered normal if identified inhibiting factors (i.e. pain, disuse) were not present
- NT** = not testable (i.e. due to immobilization, severe pain such that the patient cannot be graded, amputation of limb, or contracture of > 50% of the normal ROM)

Sensory Grading

- 0** = Absent
- 1** = Altered, either decreased/impaired sensation or hypersensitivity
- 2** = Normal
- NT** = Not testable

When to Test Non-Key Muscles:

In a patient with an apparent AIS B classification, non-key muscle functions more than 3 levels below the motor level on each side should be tested to most accurately classify the injury (differentiate between AIS B and C).

| Movement | Root level |
|---|------------|
| Shoulder: Flexion, extension, abduction, adduction, internal and external rotation | C5 |
| Elbow: Supination | |
| Elbow: Pronation | C6 |
| Wrist: Flexion | |
| Finger: Flexion at proximal joint, extension. | C7 |
| Thumb: Flexion, extension and abduction in plane of thumb | |
| Finger: Flexion at MCP joint | C8 |
| Thumb: Opposition, adduction and abduction perpendicular to palm | |
| Finger: Abduction of the index finger | T1 |
| Hip: Adduction | L2 |
| Hip: External rotation | L3 |
| Hip: Extension, abduction, internal rotation | L4 |
| Knee: Flexion | |
| Ankle: Inversion and eversion | |
| Toe: MP and IP extension | |
| Hallux and Toe: DIP and PIP flexion and abduction | L5 |
| Hallux: Adduction | S1 |

ASIA Impairment Scale (AIS)

A = Complete. No sensory or motor function is preserved in the sacral segments S4-5.

B = Sensory Incomplete. Sensory but not motor function is preserved below the neurological level and includes the sacral segments S4-5 (light touch or pin prick at S4-5 or deep anal pressure) AND no motor function is preserved more than three levels below the motor level on either side of the body.

C = Motor Incomplete. Motor function is preserved at the most caudal sacral segments for voluntary anal contraction (VAC) OR the patient meets the criteria for sensory incomplete status (sensory function preserved at the most caudal sacral segments (S4-S5) by LT, PP or DAP), and has some sparing of motor function more than three levels below the (bilateral) motor level on either side of the body.
(This includes key or non-key muscle functions to determine motor incomplete status.) For AIS C – less than half of key muscle functions below the single NLI have a muscle grade ≥ 3 .

D = Motor Incomplete. Motor incomplete status as defined above, with at least half (half or more) of key muscle functions below the single NLI having a muscle grade ≥ 3 .

E = Normal. If sensation and motor function as tested with the ISNCSCI are graded as normal in all segments, and the patient had prior deficits, then the AIS grade is E. Someone without an initial SCI does not receive an AIS grade.

Using ND: To document the sensory, motor and NLI levels, the ASIA Impairment Scale grade, and/or the zone of partial preservation (ZPP) when they are unable to be determined based on the examination results.

Steps in Classification

The following order is recommended for determining the classification of individuals with SCI.

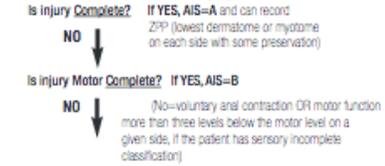
1. Determine sensory levels for right and left sides.
The sensory level is the most caudal, intact dermatome for both pin prick and light touch sensation.

2. Determine motor levels for right and left sides.
Defined by the lowest key muscle function that has a grade of at least 3 (on supine testing), providing the key muscle functions represented by segments above that level are judged to be intact (graded as a 5).
Note: In regions where there is no myotome to test, the motor level is presumed to be the same as the sensory level, if testable motor function above that level is also normal.

3. Determine the neurological level of injury (NLI)
This refers to the most caudal segment of the cord with intact sensation and antigravity (3 or more) muscle function strength, provided that there is normal (intact) sensory and motor function rostrally respectively.
The NLI is the most cephalad of the sensory and motor levels determined in steps 1 and 2.

4. Determine whether the injury is Complete or Incomplete.
(i.e. absence or presence of sacral sparing)
If voluntary anal contraction = **No** AND all S4-5 sensory scores = **0** AND deep anal pressure = **No**, then injury is **Complete**.
Otherwise, injury is **Incomplete**.

5. Determine ASIA Impairment Scale (AIS) Grade:



Are at least half (half or more) of the key muscles below the neurological level of injury graded 3 or better?



If sensation and motor function is normal in all segments, AIS=E
Note: AIS E is used in follow-up testing when an individual with a documented SCI has recovered normal function. If at initial testing no deficits are found, the individual is neurologically intact, the ASIA Impairment Scale does not apply.

