



DÉTERMINANTS DE L'ACCÈS À UN SYSTÈME DE TRAUMATOLOGIE INTÉGRÉ : UNE ÉTUDE DE COHORTE RÉTROSPECTIVE.

Mémoire

Brice Lionel Batomen Kuimi

Maîtrise en épidémiologie

Maître ès sciences (M.Sc.)

Québec, Canada

© Brice Lionel Batomen Kuimi, 2014

Résumé

Peu de données sont disponibles quant à l'accès aux soins dans les systèmes de traumatologie intégrés. Nous avons conduit une étude de cohorte populationnelle rétrospective pour décrire l'accès, identifier ses déterminants et évaluer pour les traumatismes majeurs, l'influence de cet accès sur la mortalité et la durée de séjour hospitalières. Tous les adultes admis pour traumatisme dans un hôpital du Québec entre 2006 et 2011 ont été inclus. L'accès était de 75% pour toute la population et 90% pour les traumatismes majeurs. Le lieu de résidence, mécanisme du traumatisme, nombre de blessures, sévérité du traumatisme et l'âge étaient les déterminants les plus importants de l'accès. La mortalité et la durée de séjour pour les patients n'ayant pas accès au système étaient globalement semblables à celles des patients ayant accès. Le système de traumatologie du Québec semble bien fonctionner en offrant des soins aux patients qui en ont vraiment besoin.

Abstract

Few data are available on access to integrated trauma systems. We therefore conducted a population-based retrospective cohort study to firstly describe access to trauma care, identify its determinants in an integrated trauma system and secondly evaluate among major trauma admissions, the influence of access on hospital mortality and length of stay (LOS). We included all adults admitted to acute care hospitals for trauma in the province of Québec between 2006 and 2011 using an administrative hospital discharge database. Of the 136,653 injury admissions selected, 75% were treated within the trauma system. Among major trauma (n=25,522), 90% had access to specialized trauma care. The region of residence followed by mechanism of injury, number of trauma diagnoses, injury severity and age were the most important determinants of access to trauma care. Mortality and LOS for the small proportion of patients treated in non-designated centers were similar to those of patients treated in trauma centers. These studies provide evidence that the Québec trauma system performs well in its mandate to offer appropriate treatment to victims of injury that require specialized care.

Table des matières

Résumé	iii
Abstract.....	v
Table des matières	vii
Liste des Tableaux	xi
Liste des figures.....	xiii
Liste des abréviations et sigles	xv
Remerciements	xix
Avant-propos	xxi
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I. ÉTAT DES CONNAISSANCES	3
1.1 <i>Qu'est-ce qu'un système de traumatologie?</i>	3
1.2 <i>Continuum de services en traumatologie du Québec</i>	4
1.3 <i>Les systèmes de traumatologie dans le reste du Canada et ailleurs</i>	6
1.3.1 <i>Systèmes de traumatologie au Canada</i>	6
1.3.2 <i>Systèmes de traumatologie ailleurs dans le monde</i>	7
1.4 <i>L'accès aux systèmes de traumatologie</i>	7
1.5 <i>Les déterminants de l'accès aux centres de traumatologie</i>	8
1.6 <i>L'influence de l'accès aux systèmes de traumatologie sur les issues de santé</i>	9
CHAPITRE II. HYPOTHÈSES ET OBJECTIFS	11
2.1 <i>Hypothèses</i>	11
2.2 <i>Objectifs</i>	11
CHAPITRE III. MÉTHODOLOGIE	13
3.1 <i>Premier et second objectifs</i>	13
3.1.1 <i>Population et type d'étude</i>	13
3.1.2 <i>Source de collecte des données</i>	13
3.1.3 <i>Critères d'éligibilité</i>	14
3.1.3.1 <i>Critères d'inclusion</i>	14

3.1.3.2 Critères d'exclusion.....	14
3.1.3.3 Admissions multiples	14
3.1.4 Variables	15
3.1.4.1 Mesure de la sévérité du traumatisme.....	16
3.1.5 Analyses statistiques	17
3.2 Troisième objectif.....	18
3.2.1 Critères d'éligibilité.....	18
3.2.2 Variables	18
3.3 Considérations éthiques	18
CHAPITRE IV. Access to a Canadian provincial integrated trauma system: A population-based cohort study	21
<i>Résumé</i>	22
<i>Abstract</i>	23
<i>INTRODUCTION</i>	24
<i>METHODS</i>	25
Setting and study design	25
Study population and data sources	25
Variables and measurement.....	25
Statistical analysis.....	26
Sensitivity analyses	26
<i>RESULTS</i>	26
Sensitivity analyses	27
<i>DISCUSSION</i>	27
Strengths and limitations	28
<i>CONCLUSION</i>	29
References	30
CHAPITRE V. Influence of access to an integrated trauma system on in-hospital mortality and length of stay	39
<i>Résumé</i>	40
<i>Abstract</i>	41
<i>INTRODUCTION</i>	42

<i>METHODS</i>	43
Study design and setting	43
Data sources and study population.....	43
Variables and measurement	43
Statistical analyses	44
Sensitivity analyses.....	44
<i>RESULTS</i>	44
Population characteristics	44
Multivariate analyses	45
Sensitivity analyses.....	45
<i>DISCUSSION</i>	45
Strength and limitations.....	46
<i>CONCLUSION</i>	47
References	48
CHAPITRE VI. DISCUSSION	55
6.1 <i>Résumé des résultats en lien avec la littérature</i>	55
6.2 <i>Validité interne</i>	56
6.2.1 Biais de sélection	56
6.2.2 Biais de confusion.....	57
6.2.3 Biais d'information	58
6.3 <i>Puissance</i>	59
6.4 <i>Considérations statistiques</i>	60
6.5 <i>Validité externe</i>	60
Conclusion	61
Bibliographie	63
Annexe 1 : Sélection de la population d'étude	71
Annexe 2: Determinants of access to Level I and II trauma centers	73

Liste des Tableaux

Tableau 1: Composantes d'un système de traumatologie 4

Tableau 2: Différentes méthodes de calcul de l'ICISS 17

Article 1

Table 1. Description of the study population 33

Table 2. Determinants of access to the trauma system 34

Article 2

Table 1. Characteristics of the study population 51

Table 2. Odds ratios of in-hospital mortality associated with access to trauma care 52

Table 3. Acute care length of stay (LOS) associated with access to trauma care..... 53

Liste des figures

Figure 1: Centres de traumatologie par région socio-administrative	6
Figure 2: Définition de l'accès au système de traumatologie	15

Article1

Figure 1. Access to trauma system by socio-administrative regions for major trauma (ICISS<0.85).....	36
Figure 2. Relative importance of determinants of access to specialized trauma care for major trauma (ICISS<0.85)	37

Liste des abréviations et sigles

AAAM: Association for the Advancement of Automotive Medicine

AIS: Abbreviated Injury scale

APS: Anatomic Profile Score

CERUL : Comité d'éthique de la recherche de l'université Laval

CIM-10-CA : Classification Internationale des Maladies-10ème édition- version canadienne

CST : Continuum de Services en Traumatologie

ICD: International Classification of Diseases

ICISS: International Classification of diseases Injury Severity Score

INESSS : Institut National d'Excellence en Santé et en Service Sociaux

INSPQ : Institut National de Santé Publique du Québec

ISS: Injury Severity Score

LOS: Length of stay

MED-ÉCHO : Maintenance et exploitation des données pour l'étude de la clientèle hospitalière

MSSS : Ministère de la Santé et des Services sociaux

NISS: New Injury Severity Score

NTCs: Non-trauma centers

TCs: Trauma centers

TCC: Traumatisme craniocérébral

TRISS: Trauma and Injury Severity Score

*À mes parents qui m'ont toujours soutenu et
qui continuent de le faire. Merci pour votre
fidélité. Je n'oublierai jamais vos sacrifices.*

Remerciements

Je tiens à remercier ma directrice de recherche Dr Lynne Moore, qui m'a offert l'opportunité de travailler sur un sujet aussi passionnant, et une bourse d'études. Elle a toujours été disponible, compréhensible et m'a encouragé dans mon travail. Ses conseils pertinents et sa recherche de l'excellence ont contribué au bon déroulement de ma maîtrise, ainsi qu'à sa qualité.

Mes remerciements à tout le personnel de l'axe de recherche en traumatologie-urgence-soins intensifs de l'Hôpital de l'Enfant Jésus, en particulier Amina Belcaïd, Ann-Pier Gagnon, et Xavier Neveu pour l'accueil et la disponibilité dont ils ont fait preuve à mon égard.

Je remercie aussi mes très chers parents, la famille Tchana et Payep, Brahim, Valérie et toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de cette maîtrise.

Avant-propos

Ce mémoire présente le projet de recherche qui a été réalisé dans le cadre de ma maîtrise en épidémiologie. Il contient deux articles scientifiques. Le premier «Access to an integrated Canadian trauma system: a population-based cohort study» a été soumis pour publication au journal *Annals of Surgery*, et le second «Influence of access to an integrated trauma system on in-hospital mortality and length of stay: a population based cohort study» sera soumis pour publication sous peu.

Les résultats de ces deux articles ont fait l'objet de nombreuses présentations orales et par affiche : à l'Institut National d'Excellence en Santé et en Services Sociaux (INESSS), à la 20e édition du Colloque de Traumatologie-Défis qui s'est déroulé du 25 au 27 Février 2014 à Québec, au Colloque de l'Association Canadienne de Traumatologie qui s'est déroulé du 10 au 12 Avril 2014 à Montréal, à la 1re journée de la recherche des étudiants de l'axe de Santé des Populations et Pratiques Optimales en Santé (SP-POS) du centre de recherche du CHU de Québec tenue le 5 Mai 2014 à Québec, et à la 16e journée annuelle de la recherche de la faculté de médecine de l'Université Laval tenue le 29 Mai à Québec. J'ai notamment reçu les prix de meilleur projet de recherche lors de la 20e édition du Colloque de Traumatologie-Défis, et d'excellence lors de la 16e journée annuelle de la recherche de la faculté de médecine de l'Université Laval.

Ces études visent à combler le manque de données quant à l'accès aux systèmes de traumatologie intégrés et ses déterminants. Pour chacun de ces articles dont je suis le premier auteur, j'ai effectué la revue de littérature, l'extraction des données, les analyses statistiques, l'interprétation des résultats ainsi que la rédaction. Le tout sous la supervision du Dr Lynne Moore.

Ces deux articles ont pour coauteurs Lynne Moore PhD^{1, 2}, Brahim Cissé MSc^{1, 2}, Mathieu Gagné Msc^{1, 2, 3}, André Lavoie PhD¹, Gilles Bourgeois MD⁴, Jean Lapointe MD⁴, Sonia Jean Msc^{3, 5, 6*}

¹Département de médecine sociale et préventive, Université Laval, Québec (Qc), Canada; ²Axe Santé des Populations et Pratiques Optimales en Santé (Traumatologie-Urgence-Soins intensifs), Centre de Recherche du CHU de Québec - Hôpital de l'Enfant-Jésus, Université Laval, Québec (QC), Canada; ³Institut National de Santé Publique du Québec (Qc); ⁴Institut National d'Excellence en Santé et en Services Sociaux, Montréal, (QC), Canada ; ⁵Département de médecine, Université Laval, Québec (Qc), Canada ; ⁶Département de médecine de Sherbrooke, Université de Sherbrooke, Québec (Qc), Canada.

*Cette coauteure n'est présente que sur le premier article.

INTRODUCTION

Les traumatismes sont parmi les plus importants problèmes de santé publique dans le monde, avec environ 5,8 millions de décès chaque année (1). Au Canada, ils représentent la principale cause de mortalité durant les quatre premières décennies de la vie et entraînent de lourds dommages à la société en termes d'invalidités et de coûts économiques, estimés à \$19.8 milliards par an (2).

Bien que la moitié des décès dus à un traumatisme surviennent sur le lieu de l'incident, on estime que les 50% restants sont potentiellement évitables si ces cas ont accès à des soins spécialisés appropriés (3). La prise en charge idéale des traumatismes majeurs devrait se faire dans des centres de traumatologie désignés qui possèdent un agrément des autorités sanitaires compétentes. Ces centres sont des hôpitaux de soins aigus qui ont une équipe de traumatologie immédiatement disponible pour évaluer les patients et disposent de toutes les ressources nécessaires pour fournir des soins appropriés et définitifs aux patients gravement blessés (3).

Un système de traumatologie intégré est composé d'un réseau de centres de traumatologie couvrant un territoire donné, avec des protocoles normalisés et des ententes entre les différents centres assurant la prise en charge des traumatismes majeurs au niveau de soins le plus adapté (4, 5).

C'est partant de l'hypothèse qu'un tel système devrait répondre aux besoins (curatifs, préventifs et d'accessibilité) des populations qu'il couvre que nous avons cherché chez les adultes admis pour traumatisme dans des centres de soins aigus, à décrire l'accès à un système de traumatologie intégré (Québec), identifier ses déterminants et évaluer pour les traumatismes majeurs, l'influence de cet accès sur la mortalité et la durée de séjour hospitalières.

CHAPITRE I. ÉTAT DES CONNAISSANCES

1.1 Qu'est-ce qu'un système de traumatologie?

La prise en charge des victimes de traumatismes a grandement évolué au cours des cinq dernières décennies. L'expérience acquise lors des conflits armés, les nouvelles technologies d'investigation et les études scientifiques récentes ont permis de mieux comprendre les causes de décès dus aux traumatismes et les façons de réduire la mortalité et la morbidité qui en découlent (5). La publication à la fin des années 60 aux États-Unis du rapport «*Accidental Death and Disability—The Neglected Disease of Modern Society* » par le National Research Council, a permis d'accorder une attention particulière au développement des systèmes de traumatologie (6, 7). Plusieurs juridictions nationales et internationales promurent alors la mise en œuvre de systèmes de traumatologie complets avec une approche de santé publique pour la prévention primaire (consistant à prévenir les accidents), prévention secondaire (visée à prévenir les décès), et la prévention tertiaire qui vise la réduction de la mortalité liée aux séquelles des traumatismes (2, 5).

On distingue deux types de systèmes de traumatologie. Le premier communément qualifié d'exclusif est un système où les soins sont organisés autour des centres de niveau 1 et/ou 2 qui ne s'occupent la plupart du temps que des traumatismes majeurs (7). Le second type, qualifié d'inclusif dont le concept fut énoncé pour la première fois en 1991 (7), est conçu pour s'occuper de tous les cas de traumatismes dans une zone géographique donnée, avec la participation de la majorité des établissements hospitaliers de soins de courte durée ou aigus.

Un système de traumatologie inclusif ou intégré comprend une unité administrative, de surveillance, de prévention, clinique, de formation et de recherche (Tableau 1). Toutes ces unités travaillent ensemble, chacune étant un élément vital dans la chaîne assurant le déplacement rapide et en toute sécurité des patients le long du continuum de soins (2). La composante administrative a pour rôle d'élaborer des politiques pour assurer la planification, la désignation des centres de traumatologie, l'approvisionnement, l'implantation, la coordination et l'évaluation appropriée du système. Tandis que la composante clinique offre généralement trois types de services (préhospitaliers, hospitaliers et post-hospitaliers) (2, 8).

Tableau 1: Composantes d'un système de traumatologie

Composante administrative <ul style="list-style-type: none">- Organe responsable- Assure la législation- Assure le financement- Assure le développement et l'évolution
Composante clinique <ul style="list-style-type: none">- Services pré-hospitaliers<ul style="list-style-type: none">• Accès• Triage• Transport- Services hospitaliers<ul style="list-style-type: none">• Centres de traumatologie- Services post-hospitaliers<ul style="list-style-type: none">• Centres de réhabilitation
Une composante de surveillance, prévention, recherche, d'éducation et perfectionnement

1.2 Continuum de services en traumatologie du Québec

Initié au début des années 90, le continuum de services en traumatologie (CST) est le modèle d'organisation des services de traumatologie québécois. C'est un système intersectoriel auquel collaborent des organismes gouvernementaux, paragouvernementaux, universitaires et communautaires. Le CST se structure selon une architecture qui respecte les trois niveaux de prévention (primaire, secondaire et tertiaire) (9). L'Institut National d'Excellence en Santé et en Service Sociaux (INESSS) en est la composante administrative.

La composante clinique est organisée comme suit (4, 5):

- **Services pré-hospitaliers** : assurés par l'ensemble des intervenants entre l'appel logé au numéro d'urgence (911) pour signaler l'événement et l'arrivée du patient au premier centre hospitalier (policiers, ou les premiers répondants, ambulanciers). Le tri des patients au niveau des urgences des centres hospitaliers fait aussi partie de cette étape.

➤ **Services hospitaliers** : dispensés par les centres de traumatologie classés selon les niveaux suivants :

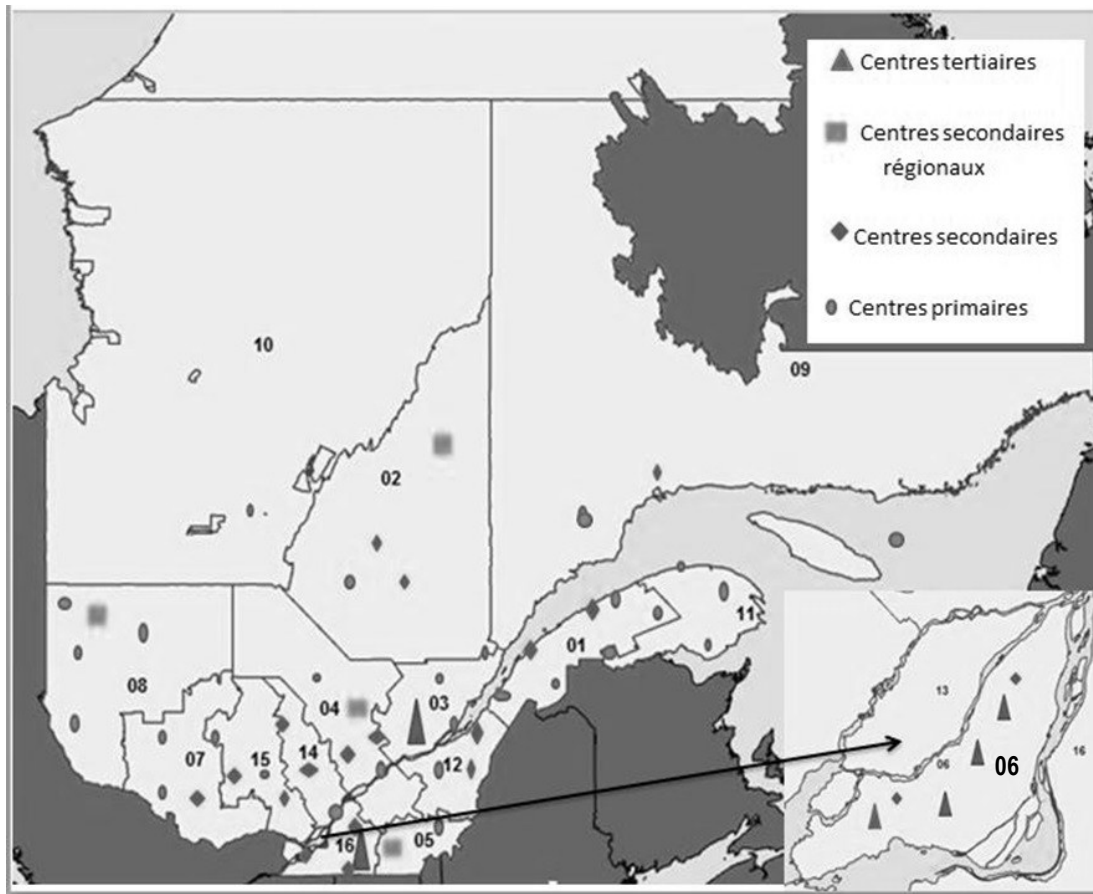
- **Centres primaires ou de niveau IV**: sont situés à plus de 30 minutes d'un centre de traumatologie secondaire ou tertiaire. Ils offrent des services de chirurgie générale et d'anesthésie.
- **Centres secondaires ou de niveau III**: offrent des services de chirurgie générale, d'orthopédie, de soins intensifs polyvalents et de réadaptation précoce.
- **Centres secondaires régionaux ou de niveau II**: offrent des services supplémentaires d'orthopédie et de soins intensifs. Certains sont responsables de services surspécialisés en neurotraumatologie pour les régions qu'ils desservent.
- **Centres tertiaires ou de niveau I**: offrent des soins spécialisés et ultras spécialisés en traumatologie et neurochirurgie. Des soins intensifs spécialisés et des services de réadaptation précoce interdisciplinaires sont aussi offerts. Ces centres abritent une direction académique qui assure la formation des traumatologues et la réalisation des programmes de recherche. Certains centres tertiaires sont aussi des centres d'expertise pour les grands brûlés et les victimes de traumatismes médullaires.

Services post-hospitaliers : offrent des services de réadaptation spécialisés à l'interne ou à l'externe selon les besoins de la clientèle. Des services de maintien dans le milieu de vie sont également offerts aux personnes traumatisées qui présentent des incapacités permanentes. Tout ceci afin de permettre à ces personnes et à leurs proches de retrouver une qualité de vie et une participation sociale optimale.

Le CST compte 59 centres de traumatologie soit environ 54% de l'ensemble des centres de soins aigus de la province (10). Ainsi on compte 6 centres tertiaires ou de niveau I, 4 centres secondaires régionaux ou de niveau II, 21 centres secondaires ou de niveau III et 28 centres primaires ou de niveau IV (Figure 1). Sont aussi présents, des centres de niveau V situés en régions éloignées et isolées, qui assurent essentiellement la stabilisation avant le transfert vers un centre de plus haut niveau. Les niveaux de désignation sont basés sur les critères de *l'American College of Surgeons* (8). Des ententes et protocoles de transfert entre les différents centres assurent la prise en charge des patients au niveau de soins le plus adapté.

Le système de traumatologie intégré du Québec peut être considéré comme mature, car il a plus d'une dizaine d'années d'expérience.

Figure 1: Centres de traumatologie par région socio-administrative



1: Bas-Saint-Laurent; 2: Saguenay-Lac-Saint-Jean; 3: Capitale Nationale; 4: Mauricie et Centre-du-Québec; 5: Estrie; 6: Montréal; 7: Outaouais; 8: Abitibi-Témiscamisque; 9: Côte-Nord; 10: Nord-du-Québec; 11: Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine; 12: Chaudière-Appalaches; 13: Laval; 14: Lanaudière; 15: Laurentides; 16: Montérégie.

1.3 Les systèmes de traumatologie dans le reste du Canada et ailleurs

1.3.1 Systèmes de traumatologie au Canada

L'organisation des systèmes de traumatologie diffère selon les provinces canadiennes (11). Ainsi en Colombie-Britannique, on dénombre 1 centre de traumatologie de niveau I et 4 centres de niveau II. Ces centres sont soutenus par des centres de niveau III et IV dans les régions rurales et éloignées de la province. Les services pré-hospitaliers sont assurés par les ambulances, hélicoptères et aéronefs.

L'Alberta compte 2 centres de niveau I (à Edmonton et Calgary), un centre de niveau II (à Calgary) et une série de centres de niveau III dans les régions éloignées. Le transport médical d'urgence est assuré par des hélicoptères.

En Ontario, on compte 6 centres de niveau I et 3 centres de niveau III. Les services pré-hospitaliers de transport terrestre et aérien y sont très développés.

En Nouvelle-Écosse, les distances plus courtes et la bonne organisation du service pré-hospitalier (terrestre et aérien) assurent un accès rapide des traumatisés vers l'unique centre de traumatologie de niveau I.

La Saskatchewan et le Nouveau Brunswick disposent chacun de deux centres de traumatologie (niveau I et II).

Le Manitoba dispose d'un seul centre (niveau I) qui dessert aussi le Nunavut.

L'Île-du-Prince-Édouard transfère ses cas de traumatismes majeurs à la Nouvelle-Écosse par voie aérienne ou au Nouveau-Brunswick par voie terrestre.

1.3.2 Systèmes de traumatologie ailleurs dans le monde

Aux États-Unis et dans les pays européens disposant de systèmes de traumatologie tels que les Pays-Bas, on retrouve en majorité des systèmes exclusifs avec des centres de niveau I et/ou II. Cependant, les états tels que l'Oregon, le Colorado, Washington et l'Iowa disposent de systèmes inclusifs où au moins 70% des centres de soins aigus sont des centres de traumatologie (12, 13).

En Australie, la majorité des états disposent de systèmes de traumatologie. Ceux des états du New South Wales, South Australia et Victoria sont considérés comme inclusifs, car ils disposent de services pré-hospitaliers, de centres de niveau III, IV ou V en plus des centres urbains de niveau I et II. Enfin, comme au Québec, il existe des ententes de transfert entre ces différents centres (14).

1.4 L'accès aux systèmes de traumatologie

Plusieurs études ont regardé l'accès aux systèmes de traumatologie. En Floride (États-Unis), une étude a montré qu'environ 52% des patients victimes de traumatismes modérés et/ou majeurs sont traités dans des centres de traumatologie (15). Dans la même étude, 94% des patients admis dans des centres de traumatologie arrivent directement du lieu de l'incident (accès direct). Toujours aux États-Unis, une étude

menée dans 18 états a trouvé que plus de 1/3 des traumatismes majeurs sont traités dans des centres non désignés (16). Des proportions similaires sont observées en Ontario, où 57% des traumatismes majeurs sont traités dans un centre de traumatologie, dont seuls 38 % ont un accès direct (17). On estime en Ontario qu'environ 1/3 seulement des traumatismes initialement dirigés dans des centres non désignés sont transférés vers les centres de traumatologie (18). Nous avons trouvé une seule étude, conduite aux États-Unis examinant l'accès dans les systèmes de traumatologie intégrés dans laquelle on observait des pourcentages plus élevés d'accès (70% en moyenne) (12). Cependant, seul l'accès aux centres de niveau 1 et 2 pour les traumatismes majeurs était pris en compte.

1.5 Les déterminants de l'accès aux centres de traumatologie

Concernant les déterminants de l'accès aux centres de traumatologie, le fait de résider en zone rurale a été associé au non-accès (11). De plus, des études (3, 11) ont montré que les patients qui décèdent suite à un traumatisme avant l'admission dans un centre de traumatologie ont un mauvais accès géographique (mettent plus d'une heure de route pour arriver aux centres de traumatologie) comparativement aux patients ayant survécu dans les centres de traumatologie. Les mêmes études estiment qu'environ 1/3 des patients victimes de traumatismes majeurs ont un mauvais accès géographique au Canada.

Le sexe féminin a été associé à un mauvais accès aux systèmes de traumatologie. Ainsi les femmes victimes de traumatismes sévères ont moins accès (direct ou indirect) aux centres de traumatologie que les hommes pour le même niveau de sévérité (17, 19). L'âge a aussi été identifié comme déterminant de l'accès. Les personnes âgées (65 ans et plus) étant moins dirigées vers les centres de traumatologie que celles de moins de 65 ans (19-21). Des études ont montré que la sévérité du traumatisme est un déterminant de l'accès. Ainsi plus le traumatisme d'un patient est sévère, plus la probabilité qu'il soit pris en charge dans un centre de traumatologie augmente (20, 22). Les comorbidités telles que l'hypertension, le diabète et les maladies pulmonaires chroniques ont été associées à une diminution de l'accès aux centres de traumatologie (20). Des études montrent que l'accès aux centres de traumatologie varie selon le mécanisme du traumatisme, les traumatismes pénétrants ayant plus accès que ceux blessés selon d'autres mécanismes (18, 20, 23, 24).

Les ressources des centres non désignés influencent le transfert des patients victimes de traumatismes vers les centres de traumatologie (18). Ainsi plus un centre non désigné a des ressources, moins il fera de transferts vers les centres de traumatologie.

Toutes ces différentes études regardant l'accès et ses déterminants n'incluaient que les traumatismes majeurs, et des centres de traumatologie de niveau I et II.

1.6 L'influence de l'accès aux systèmes de traumatologie sur les issues de santé

Les bénéfices d'un système de traumatologie ont été assez bien démontrés surtout chez les patients victimes de traumatismes sévères (13, 25-29). Ainsi, la mortalité hospitalière est inférieure chez ces patients lorsqu'ils sont pris en charge dans des centres de traumatologie que lorsqu'ils sont traités dans des centres non désignés. Cette baisse du risque s'observe aussi pour la mortalité à 30, 90 et 365 jours après l'incident (25). Une méta-analyse publiée en 2006 estimait que la mortalité a été réduite de 15% suite à l'implantation des systèmes de traumatologie (6). Six études étaient incluses dans cette méta-analyse, dont deux étaient conduites dans des systèmes de traumatologie inclusifs (28, 29).

On observe aussi une amélioration des capacités fonctionnelles lorsque les patients victimes de traumatismes sont pris en charge dans des centres de traumatologie (30). Des études ont montré que l'implantation d'un système de traumatologie a entraîné une baisse du séjour hospitalier (27, 31, 32). Cependant, nous n'avons pas trouvé d'études menées dans un système intégré, comparant la durée de séjour hospitalier des patients victimes de traumatisme selon qu'ils soient pris en charge dans un centre de traumatologie ou un centre non désigné. Par ailleurs, une étude a montré que les coûts de la première hospitalisation dans un centre de traumatologie étaient plus élevés de 71% comparés à ceux des centres non désignés (33).

La majorité de ces études regardant la mortalité et la durée de séjour hospitalières ont été conduites dans des systèmes de traumatologie exclusifs comparant des centres de niveau I et/ou II avec des centres non désignés (25, 26); regardaient les issues de santé suite à l'implantation d'un système de traumatologie (27-29, 32) ou comparaient les états ayant un système intégré à ceux ayant des systèmes exclusifs (13).

CHAPITRE II. HYPOTHÈSES ET OBJECTIFS

2.1 Hypothèses

Nos hypothèses sont basées sur la prémisse que dans un système de traumatologie intégré, les centres de traumatologie couvrent tout le territoire, et qu'il existe des ententes et protocoles de transfert entre ces différents centres. La première hypothèse étant que dans un tel système, l'accès serait élevé et la seconde que les issues de santé (mortalité et durée de séjour hospitalières) seraient meilleures chez les patients traités dans le système comparées à celles des patients traités dans des centres non désignés.

2.2 Objectifs

L'objectif de ce projet de maîtrise est de décrire l'accès à un système de traumatologie intégré au Canada, d'identifier ses déterminants et d'évaluer l'influence de l'accès sur les résultats cliniques. Afin d'atteindre notre objectif général, nous avons trois objectifs spécifiques, à savoir:

- Déterminer la proportion des patients traumatisés pris en charge dans le système de traumatologie;
- Identifier les déterminants de l'accès au système parmi les caractéristiques sociodémographiques et cliniques;
- Évaluer pour les traumatismes majeurs l'influence que l'accès au système peut avoir sur la mortalité et la durée de séjour hospitalières.

CHAPITRE III. MÉTHODOLOGIE

La méthodologie utilisée pour chaque objectif est en grande partie décrite dans les sections méthodes des articles insérés aux chapitres IV et V. Le but de ce chapitre est d'apporter des informations supplémentaires qui n'ont pu être insérées dans les articles. Les deux premiers objectifs à savoir l'accès au système de traumatologie et ses déterminants sont traités dans le premier article et le second article est consacré au troisième objectif.

3.1 Premier et second objectifs

3.1.1 Population et type d'étude

Pour réaliser ces objectifs, nous avons conduit une étude de cohorte rétrospective basée sur la population d'adultes (16 ans et plus) admis pour traumatisme dans un centre de soins aigus de la province du Québec entre le 1er avril 2006 et 31 mars 2011.

3.1.2 Source de collecte des données

La sélection de notre population d'étude s'est faite à partir de la banque de données médico-administratives de toutes les hospitalisations au Québec (MED-ÉCHO).

La fonction première de la base MED-ÉCHO est de permettre l'évaluation de la consommation des services hospitaliers dans une perspective de remboursement ou d'attribution de budget dans le système de santé publique (34). Ainsi, toutes les hospitalisations survenues dans un centre hospitalier du Québec y sont colligées. L'information sur chaque patient est entrée à la fin de son séjour dans le centre, ce qui permet l'inscription de tous les événements survenus lors du séjour hospitalier. Les archivistes chargés de l'entrée des données dans MED-ECHO utilisent la version canadienne de la classification internationale des maladies (CIM-CA) pour documenter les diagnostics principaux et secondaires.

En ce qui concerne la qualité des données, le Ministère de la Santé et des Services Sociaux (MSSS) effectue des mesures de contrôle sur la qualité de la saisie, la collecte des données et sur les fichiers de données. Parmi ces mesures, on peut citer (35):

- La validation des formats et des valeurs permises pour chaque variable;
- Validation de contexte pour certains diagnostics (exemple : on ne devrait pas retrouver de code de saignement gastro-intestinal avec un code d'hémorragie gastro-intestinale);

- Validation du diagnostic principal (exemple : dans le cas d'un diagnostic principal de traumatisme, il doit aussi avoir un code de cause externe de traumatisme ayant des valeurs bien définies);
- Vérification des dates et heures (admission, sortie, accident).

La justification de notre période d'étude (2006 à 2011) vient du fait que depuis 2006, c'est la dixième révision de la CIM-CA qui est utilisée par les archivistes, et 2011 était la dernière année pour laquelle les données vérifiées et validées par le MSSS étaient disponibles.

3.1.3 Critères d'éligibilité

3.1.3.1 Critères d'inclusion

Comme critères d'inclusion, nous avons :

- Avoir 16 et plus ;
- Être admis pour traumatisme comme diagnostic principal (codes CIM-10-CA compris entre S00 et T14) dans un centre de soins aigus, et recevoir des soins physiques;
- Être résident du Québec, car les non-résidents ne possèdent pas d'identifiant unique dans la base MED-ECHO. Ainsi il n'est pas possible de suivre ces patients dans le temps pour identifier les cas d'admissions multiples.

3.1.3.2 Critères d'exclusion

Nous avons exclu :

- Les admissions de patients de plus de 65 ans pour fractures isolées de la hanche (codes CIM-10-CA S72.0, S72.1 et S72.2) qui ne présentaient pas d'autres blessures d'une sévérité égale ou supérieure. Ces fractures sont généralement considérées plus comme les conséquences d'une maladie chronique que des événements traumatiques et ces patients sont souvent traités à l'extérieur du réseau de traumatologie (36);
- Cas de suicide;
- Complications d'actes chirurgicaux.

3.1.3.3 Admissions multiples

Étant donné la durée de notre étude (6 ans), il fallait tenir compte des cas d'admissions multiples. Ainsi on distinguait les admissions multiples dues au même événement et celles dues à des événements traumatiques différents (ANNEXE 1).

Les admissions multiples liées au même événement traumatique ont été définies comme celles où un patient est admis dans un centre de soins aigus moins de deux jours après le départ d'un autre hôpital pour le même diagnostic principal. Dans ces situations, nous avons choisi une admission index définie comme l'admission dans le centre de traumatologie ayant le plus haut niveau de désignation ou pour les patients non admis dans des centres de traumatologie, l'admission avec la plus longue durée de séjour.

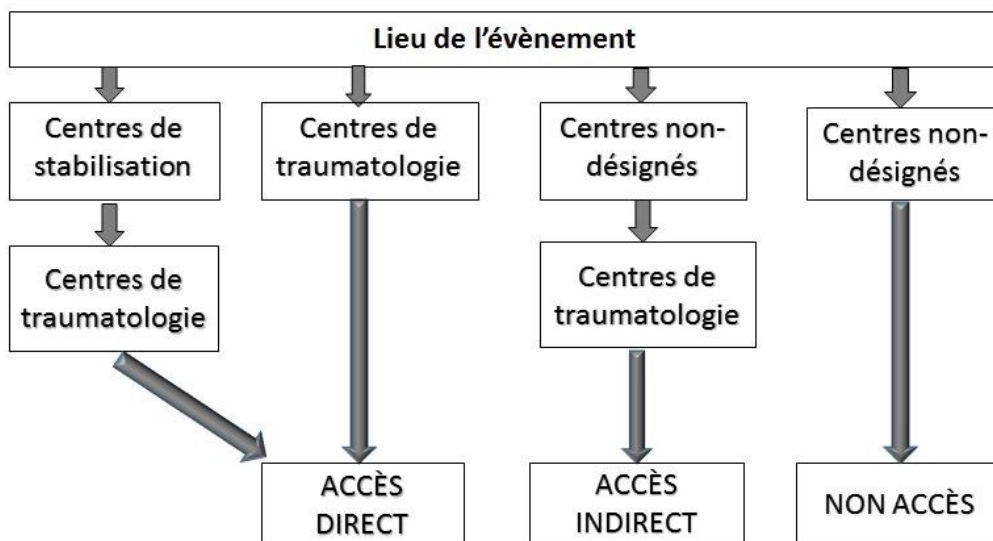
Les admissions multiples dues à des événements traumatiques différents étaient considérées indépendantes, et étaient toutes incluses dans notre étude.

3.1.4 Variables

L'accès au système de traumatologie a été défini comme étant le transport de la scène de l'accident (direct) à un centre de traumatologie ou le transfert d'un hôpital non désigné vers un centre de traumatologie (indirect) (Figure 2).

Le sexe, l'âge, le lieu de résidence, les comorbidités, le mécanisme du traumatisme, le nombre de diagnostics de traumatismes, la sévérité du traumatisme, la région du corps de la blessure la plus sévère, le jour d'admission et l'année d'admission étaient considérés comme des déterminants potentiels de l'accès.

Figure 2: Définition de l'accès au système de traumatologie



3.1.4.1 Mesure de la sévérité du traumatisme

Il existe une multitude d'outils de mesure de la sévérité des traumatismes. Les plus utilisés sont l'Injury Severity Score (ISS), le New Injury Severity Score (NISS) et l'International Classification of diseases Injury Severity Score (ICISS).

Les deux premiers sont calculés à partir des codes de l'*Abbreviated Injury Scale* (AIS) (37, 38). L'AIS est un outil proposé par l'Association for the *Advancement of Automotive Medicine* (AAAM) pour coder les différents types de blessures et établir une échelle de gravité qui va de 1 pour les blessures mineures à 6 pour les blessures théoriquement incompatibles avec la vie (39). L'ISS et le NISS sont dérivés de l'AIS et permettent de tenir compte de l'effet combiné de plusieurs blessures dans le calcul de la sévérité (37, 39, 40). Ils ont la même échelle, qui va de 1 à 75 et les patients ayant un score >15 sont généralement considérés comme des traumatismes majeurs (38).

Les codes AIS étant absents de la base de données MED-ECHO, nous avons utilisé l'ICISS qui est obtenu à partir des codes CIM. Il existe deux façons de calculer l'ICISS. La première plus répandue est le produit des probabilités de survie de chacune des blessures qu'a un patient (41), et la seconde est la plus petite probabilité de survie ou la probabilité de survie de la blessure la plus sévère (42). Il n'existe pas pour l'instant un consensus sur la meilleure méthode de calcul de l'ICISS.

Les probabilités de survie sont calculées pour chaque code CIM, en divisant le nombre de patients qui ont survécu pour un code CIM par le nombre de patients avec ce code de diagnostic (43). Cette méthode de calcul des probabilités de survie est appelée traditionnelle lorsque les patients avec des blessures multiples sont inclus dans le calcul et indépendante lorsque seuls des patients avec une blessure isolée sont inclus (42, 44). Ces probabilités varient d'une population à l'autre (43), et on ne peut pas assumer que celles obtenues dans une population donnée peuvent s'appliquer de manière exacte et précise dans une autre population (45).

Ainsi selon que les probabilités de survie sont calculées de manière traditionnelle ou indépendante et que l'ICISS soit calculé par le produit des probabilités de survie ou par la plus petite valeur de celles-ci, on peut résumer l'ICISS en 4 scores (Tableau 2).

Tableau 2: Différentes méthodes de calcul de l'ICISS

Probabilité de survie	ICISS	
	Produit des probabilités de survie	Probabilité de survie la plus faible
Traditionnelle (patients avec des blessures multiples sont inclus dans le calcul)	Score 1	Score 2
Indépendante (seuls les patients avec une blessure isolée sont inclus dans le calcul)	Score 3	Score 4

Nous avons utilisé le score 1, car lorsque l'ICISS est calculé par le produit des probabilités de survie, il existe un seuil ($ICISS < 0,85$) pour définir les traumatismes majeurs (15, 46). De plus, nous avons utilisé les probabilités de survie calculées de façon traditionnelle dans la population australienne (47) puisqu'à l'heure actuelle, ces probabilités n'ont pas encore été calculées et validées au Canada, et celles disponibles aux États-Unis ont été calculées seulement pour la neuvième version des codes CIM.

3.1.5 Analyses statistiques

Pour identifier les déterminants de l'accès aux centres de traumatologie, nous avons utilisé un modèle de Poisson robuste au lieu d'un modèle log-binomial qui est normalement indiqué. Ceci était dû au fait qu'on avait un problème de convergence du modèle log-binomial. Comme le proposent certaines études (48-50), nous avons donc opté pour le modèle de Poisson robuste. Ce modèle produit des estimés plus biaisés que le modèle log-binomial lorsque le pourcentage de l'événement (accès aux centres de traumatologie dans notre étude) est compris entre 30 et 70%. Mais lorsque la taille d'échantillon et le pourcentage de l'événement sont très élevés, le modèle de Poisson robuste produit des estimés moins biaisés que le modèle log-binomial (51).

L'identification des déterminants les plus importants de l'accès au système de traumatologie s'est faite grâce à des analyses d'importance relative (52) qui permettent dans un modèle de régression multivarié d'identifier la contribution relative de chaque prédicteur dans l'explication de la variance du modèle. On distingue plusieurs types d'analyses d'importance relative (53, 54). Nous avons choisi celle d'analyse de poids relatif, car elle est la mieux adaptée lorsque le nombre de prédicteurs (déterminants de l'accès dans notre cas) est élevé. La

macro SAS utilisé pour réaliser cette analyse est accessible au lien suivant : <http://academics.davidson.edu/psychology/Tonidandel/TonidandelProgramsMain.htm>.

3.2 Troisième objectif

Le type d'étude, la période d'étude et la source de collecte de données et la mesure de la sévérité restent les mêmes que ceux décrits pour les deux premiers objectifs (section 3.1.1 à 3.1.3).

3.2.1 Critères d'éligibilité

Contrairement aux deux premiers objectifs, seuls les patients âgés de 16 à 85 ans, admis pour traumatisme majeur ont été inclus dans cette étude. La majorité des études précédentes regardant la mortalité et la durée de séjour hospitalières excluaient les populations de patients pédiatriques et gériatriques puisqu'elles présentent des profils de risque distincts et nécessitent une gestion clinique différente. Nous avons décidé de restreindre la population aux traumatismes majeurs, car ce sont ces derniers qui nécessitent le plus des soins spécialisés en traumatologie.

3.2.2 Variables

Les issues de santé étudiées sont la mortalité hospitalière définie comme un décès survenu dans le centre hospitalier de l'admission index; et la durée de séjour hospitalier définie comme le nombre de jours entre la date de sortie et la date d'admission de l'admission index + 1. L'exposition d'intérêt est l'accès au système de traumatologie, défini ci-haut. Les covariables sont les facteurs de risque connus de la mortalité et la durée de séjour suite à un traumatisme, identifiés à travers notre revue de la littérature et par le comité d'experts cliniques impliqué dans ce projet : le sexe, l'âge, le nombre de comorbidités, le lieu de résidence, le mécanisme du traumatisme, la sévérité du traumatisme, le nombre de diagnostics de traumatismes et la région du corps de la blessure la plus sévère.

3.3 Considérations éthiques

Ce projet de recherche est une partie d'un grand projet subventionné par les IRSC et FRQS intitulé «Développer des indicateurs de performance pour les centres de traumatologie». Ce projet a reçu l'approbation du comité d'éthique de la recherche du centre hospitalier affilié universitaire de Québec. Nous avons ainsi obtenu l'exemption de la part du CERUL (comité d'éthique de la recherche de l'université Laval). Pour assurer la confidentialité des données personnelles, l'ensemble des analyses s'est fait dans les locaux

de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). Au sein de l'INSPQ, l'accès à la base MED-ECHO est réglementé et il existe des protocoles empêchant la sortie et la divulgation d'informations confidentielles.

CHAPITRE IV. Access to a Canadian provincial integrated trauma system: A population-based cohort study

Brice L. Batomen Kuimi MSc^{1, 2, 3}, Lynne Moore PhD^{1, 2}, Brahim Cissé MSc^{1, 2}, Mathieu Gagné Msc^{1, 2, 3}, André Lavoie PhD^{1, 2}, Gilles Bourgeois MD⁴, Jean Lapointe MD⁴; Sonia Jean Msc^{3, 5, 6}

¹Department of Social and Preventative Medicine, Université Laval, Québec (Qc), Canada; ²Axe Santé des Populations et Pratiques Optimales en Santé (Traumatologie-Urgence-Soins intensifs), Centre de Recherche du CHU de Québec - Hôpital de l'Enfant-Jésus, Université Laval, Québec (QC), Canada; ³Institut National de Santé Publique du Québec (Qc); ⁴Institut National d'Excellence en Santé et en Services Sociaux, Montréal, (QC), Canada; ⁵Department of Medicine, Université Laval, Québec (Qc), Canada ; ⁶ Department of medicine, Sherbrooke University, Québec (Qc), Canada.

Financial support: Canadian Institutes of Health Research: young investigator award [LM] and research grant [LM; #110996]; Fonds de la recherche du Québec - Santé: young investigator award [LM].

Key words: Injury, access to care, hospitalization, trauma system

Résumé

Peu de données sont disponibles sur l'accès aux systèmes de traumatologie intégrés. Nous avons donc conduit une étude de cohorte populationnelle, incluant tous les adultes admis dans les centres de soins aigus du Québec entre 2006 et 2011. Les déterminants de l'accès ont été identifiés à travers un modèle de Poisson robuste. Une analyse de poids relatif a été réalisée pour déterminer la contribution relative de chaque déterminant. Des 135 653 admissions sélectionnées, 75% avaient accès aux centres de traumatologie. Chez les traumatismes majeurs, l'accès était de 90%. La région de résidence suivie par le mécanisme du traumatisme, le nombre de blessures, la sévérité du traumatisme et l'âge étaient les déterminants les plus importants de l'accès au système de traumatologie. Dans un système de traumatologie mature et intégré, l'accès aux soins spécialisés en traumatologie est élevé. Cependant, l'accès semble problématique chez les personnes âgées, les femmes et en régions urbaines.

Abstract

OBJECTIVES:

We aimed to describe access to trauma centers (TCs) in an integrated Canadian trauma system and identify its determinants.

BACKGROUND:

Access to specialized trauma care is an important measure of trauma system efficiency. However, few data are available on access to integrated trauma systems.

METHODS:

We conducted a population-based cohort study including all injured adults admitted to acute care hospitals in the province of Québec between 2006 and 2011. Proportions of injured patients transported directly or transferred to TCs were assessed. Determinants of access were identified through a modified Poisson regression model and a relative importance analysis was used to determine the contribution of each independent variable to predicting access.

RESULTS:

Of the 135,653 injury admissions selected, 75% were treated within the trauma system. Among 25,522 patients with major injuries [International Classification of diseases Injury Severity Score (ICISS<0.85)], 90% had access to TCs. Access was higher for patients aged under 65, men and among patients living in more remote areas (P-value <0.001). The region of residence followed by injury mechanism, number of trauma diagnoses, injury severity and age were the most important determinants of access to trauma care.

CONCLUSIONS:

In an integrated, mature trauma system, we observed high access to TCs. However, problems in access were observed for the elderly, women and in urban areas where there are many non-designated hospitals. Access to trauma care should be monitored as part of quality of care improvement activities and pre-hospital guidelines for trauma patients should be applied uniformly throughout the province.

INTRODUCTION

Injuries represent one of the most important public health problems in the world (1). In Canada, injuries are the leading cause of death during the first four decades of life (2). Half of the deaths due to injuries occur at the site of the incident and it is estimated that the remaining 50% could be avoided if they had access to appropriate medical care (3). Major injuries should be treated in a designated trauma center(TC), certified by competent health authorities (3). These TCs are acute care facilities which have a trauma team immediately available to assess patients and dispose of all the resources needed to provide appropriate and definitive care to these patients (2). An integrated trauma system consists of a network of TCs that cover the whole health service territory and include service corridors with pre-hospital transport and inter-hospital transfer agreements (4).

The benefits of access to specialized trauma care on mortality and functional outcome following injury have been fairly well demonstrated (5, 6). Several studies have evaluated access to level I or II TCs in health care systems with no formal trauma system or an exclusive system (7-10). However, data on access to TCs in an integrated, mature trauma system are lacking.

The aim of this study was to determine the proportion of access to TCs and identify its determinants in an integrated and mature trauma system, globally and among major trauma.

METHODS

Setting and study design

The study was based on the integrated trauma system of the province of Québec. Québec has about 8 million inhabitants, making it the second most populous province in Canada (11). The province has 110 acute care centers including 59 TCs (12). The Québec trauma system was instated in 1992 and involves regionalized care from urban level I TCs to rural community hospitals including: 6 level I, 4 level II, 21 level III and 28 level IV TCs (13). Designation levels are based on American College of Surgeons criteria(14). Standardized pre-hospital protocols ensure that major trauma cases are taken to TCs and standing agreements regulate interhospital transfers within the system (15). We conducted a population-based retrospective cohort study of all adult (aged \geq 16) acute-care admissions between 1st April 2006 and March 31, 2011 with a primary diagnosis of injury.

Study population and data sources

Data were extracted from a medico-administrative hospital discharge database (MED-ECHO) which includes information on all provincial hospital admissions (16). Patients with multiple admissions for the same traumatic event due to transfer or readmission were included according to their index admission, defined as the admission to the TC with the highest designation level or for patients with no admission to TC, the admission with the longest length of stay.

We included all adult admissions with a primary diagnosis of injury (ICD-10-CA codes between S00 and T14 excluding foreign bodies, burns, frostbite and suicide). We excluded patients older than 64 admitted for an isolated hip fracture [ICD-10-CA codes S72.0, S72.1 and S72.2 with no serious secondary injuries] and non Québec residents.

Variables and measurement

The principal outcome, access to the trauma system, was defined either as transportation to a TC from the scene of the accident (direct access) or transfer to a TC from a non-designated hospital (indirect access). A list of potential determinants of access to the trauma system was identified through the literature (5, 9, 17-19), and consultation with the project steering committee comprising physician consultants responsible for the provincial trauma accreditation process, emergency department physicians, critical care physicians and trauma surgeons. These included gender, age, injury severity, comorbidities, injury mechanism, the day of admission (weekend versus week day), number of trauma diagnoses, body region of the most severe injury, geographical remoteness, and year of admission. Injury severity was measured by the International Classification of

diseases Injury Severity Score (ICISS), which is the product of survival probabilities assigned to each injury (20, 21). Comorbidities were described using the classification suggested by Charlson (22).

Statistical analysis

Percent access was calculated globally and for patients presenting with major trauma, defined as an ICISS score <0.85 (7, 23). The categorization of continuous variables was supported by literature and methodological considerations (13, 15, 24, 25). We used a Robust Poisson method to generate risk ratios (RR) of access to TCs and 95% Confidence Intervals (95% CI) for each potential determinant adjusted for all other potential determinants (26, 27). We then conducted a relative importance analysis (28) to determine the percentage of variance in access to TCs explained by each determinant.

Sensitivity analyses

We evaluated access to level I and II TCs and its determinants for major trauma and critically injured patients (ICISS <0.75). For these analyses, patients treated in level III or IV TCs were excluded. To evaluate the robustness of all our results to the injury severity measure used, we repeated analyses using the Injury Severity Score (ISS) derived through an ICD-10-to-Abbreviated Injury Scale algorithm codes (29).

All Analyses were performed using SAS (version 9.3) software. The study was approved by the research ethics board of Laval University (CERUL).

RESULTS

The study population comprised 135,653 injury admissions. Over half of admissions were men, 40% were 65 years of age or older, almost one third had pre-existing conditions and almost one fifth were admitted for major trauma (Table 1). Globally, 75% of injury admissions were treated in a TC and access rose to 90% for patients with major trauma (n=25,522). Access increased with increasing injury severity but decreased with age and was lower for patients with comorbidities (Table 1). Access was higher for men, injuries due to motor vehicle collisions, and for patients with head and neck, spine and upper back injuries. Access varied by area of residence both in the whole population and in patients with major trauma. Urban regions (Montréal, Québec city, Laval) and Nunavik (territory with no trauma center), had the lowest access to TCs (Figure 1).

In multivariate analyses for major trauma patients, all potential determinants were statistically significant predictors ($p<0.001$) of access to trauma care except day of admission, and selected comorbidities

(myocardial infarction, cerebrovascular disease, peptic ulcer disease, moderate or severe liver disease, and metastatic carcinoma). Access to TCs for patients residing in towns with 10,000 to 100,000 inhabitants and small towns (<10,000) was respectively 5 and 3 times higher than for patients residing in metropolitan regions. Those aged 85 years or older had almost 40% lower access to trauma care than patients aged <55 years, and men had a 30% increase in access compared to women. Paraplegia/hemiplegia, mild liver disease, cancer and diabetes with complications were the comorbidities related to the most important decrease in access (Table 2).

The most important determinants of access to TCs for major trauma patients were the region of residence followed by injury mechanism, number of trauma diagnoses, injury severity and age (Figure 2).

Sensitivity analyses

Access to level I and II TCs was 62% and 70% respectively for major and critically injured patients. We identified similar determinants of access to level I and II and critically injured patients. However, injury severity was more important than region of residence and we observed an inverse relationship for the latter: patients in more remote areas had 30% less access than patients in urban areas (Annexe 2).

The use of ISS obtained by using ICD-10-to-Abbreviated Injury Scale algorithm codes instead of ICISS led to similar results (data not shown).

DISCUSSION

In this population-based cohort study, 90% of major trauma patients in a Canadian province with an integrated trauma system had access to TCs. The most important determinants of access to trauma care were the region of residence, injury mechanism, the number of trauma diagnoses, injury severity and age. In particular, access was lower for patients in urban regions, elderly patients and women.

Previous studies have observed lower access to TCs than that observed in our study (8, 9). For example, in Florida, 52% of major trauma patients were treated in a TC (7) and 57% in Ontario (10). This could be explained by the fact that these studies were conducted in exclusive trauma systems with only level I and II TCs. A study conducted in United States showed that in inclusive trauma systems, access to level I and II TCs for severely injured patients range from 65 to 70% (30), which is consistent with our results. Injury severity, age, gender, and comorbidities have all been identified as independent predictors of access to TCs (9, 17, 19, 31). Victims of a motor vehicle collision had higher access to TCs than those with other injury mechanisms.

This may be explained by the fact that the Québec trauma system was designed for the management of road injuries (32). However, other studies identified penetrating trauma as the mechanism associated with the highest access to specialized trauma care (19, 33). This difference with our study may be explained by the fact that these patients are often transported to the hospitals by means other than an ambulance and are more frequent in rural areas where access is lower. The problem of access to TCs for geriatric patients and women has been widely documented (9, 34). The observation that major and critically injured patients in more remote areas had less access to level I and II TCs is consistent with the literature (18, 35). However, when we evaluated access to the whole trauma system, our finding that access is higher in remote areas contradicts these studies. This may be explained by the fact that the Québec trauma system covers the whole provincial territory and most hospitals in remote areas are TCs. Conversely, in metropolitan regions, there are multitudes of general and specialized hospitals which are not designated TCs and which are potential receivers of trauma cases. In addition, a study showed that non designated hospitals with high resources, more likely to be found in urban areas, are less likely to transfer trauma patients to TCs (10).

Strengths and limitations

The main strengths of this study are the fact that it is population-based, including all provincial trauma admissions, and it was conducted in a mature, integrated trauma system, in a universal health care setting. In addition, the use of relative importance analysis enabled us to identify the most important determinants of access to TCs.

Limitations include the possibility of selection and information bias and external validity. Selection bias may have been caused by inaccurate diagnostic codes in the hospital discharge database used. This may have led to an underestimation of access to TCs for patients that require specialized trauma care. However, cardiovascular disease diagnoses have been shown to be coded accurately in the database used for this study (36). Like all studies based on medico-administrative datasets, our study could be subject to information bias (37). Since data errors should not depend on hospital designation, this would have led to an underestimation of associations between determinants and access. The lack of clinical data in the administrative data set meant that we could not evaluate the influence of state of consciousness (Glasgow Coma Scales) or other indicators of physiological reaction to injury.

The results of this study are unlikely to be generalized to systems without universal healthcare where the problem of access to care is omnipresent. However, they are likely to apply to inclusive trauma systems that cover large, low populated territories such as those found in other Canadian provinces and in Australia. Finally, we did not evaluate whether patients who had access to the system were transported to the appropriate level of TC. This will be the subject of further research.

CONCLUSION

In a mature, integrated trauma system, we observed high access to trauma care for major injury admissions, suggesting that the trauma system functions well. Nevertheless, we showed that access was problematic for elderly patients and women. In addition, while patients residing in metropolitan regions had higher access to level I and II TCs, they globally had lower access to the trauma system than those residing in rural areas. Access to trauma care should be monitored as part of quality of care improvement activities and guidelines should be established to ensure that area of residence, age and gender are not barriers to trauma care access.

References

1. World Health Organization. Injuries and violence :the fact. Available at: http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599375_eng.pdf. Accessed Apr 5, 2013.
2. Trauma Association of Canada. Trauma system: accreditation guidelines. Available at: http://www.traumacanada.ca/accreditation_committee/Accreditation_Guidelines_2011.pdf. Accessed Mar 3, 2013.
3. Lawson FL, Schuurman N, Oliver L, Nathens AB. Evaluating potential spatial access to trauma center care by severely injured patients. *Health Place* 2013;19:131-7.
4. Société de l'assurance automobile Québec. Historique de la traumatologie à la SAAQ. Available at: www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/0948704.pdf. Accessed Mar 14, 2014.
5. MacKenzie EJ, Rivara FP, Jurkovich GJ et al. A national evaluation of the effect of trauma-center care on mortality. *N Engl J Med* 2006;354:366-78.
6. Mackenzie EJ, Rivara FP, Jurkovich GJ et al. The impact of trauma-center care on functional outcomes following major lower-limb trauma. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:101-9.
7. Ciesla DJ, Pracht EE, Cha JY, Langeland-Orban B. Geographic distribution of severely injured patients: implications for trauma system development. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;73:618-24.
8. Nathens AB, Jurkovich GJ, MacKenzie EJ, Rivara FP. A resource-based assessment of trauma care in the United States. *J Trauma* 2004;56:173-8.
9. Gomez D, Haas B, de Mestral C et al. Gender-associated differences in access to trauma center care: A population-based analysis. *Surgery* 2012;152:179-85.
10. Gomez D, Haas B, de Mestral C et al. Institutional and provider factors impeding access to trauma center care: an analysis of transfer practices in a regional trauma system. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;73:1288-93.
11. Institut de la statistique Québec. Population, Québec et Canada, 1851-2012. Available at: <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/population-demographie/structure/index.html>. Accessed Jan 2, 2014.
12. Ministère de la Santé et des Services Sociaux. Établissements: sommaire provincial et régional selon les mission-classe-type. Available at: <http://wpp01.msss.gouv.qc.ca/appl/M02/M02SommPermisEtab.asp>. Accessed Mar 3, 2014.
13. Moore L, Turgeon AF, Emond M et al. Definition of mortality for trauma center performance evaluation: a comparative study. *Crit Care Med* 2011;39:2246-52.
14. American College of Surgeons. The Resources for Optimal Care of the Injured Patient:2006
Available at: <http://www.facs.org/trauma/optimalcare.pdf>. Accessed Apr 6, 2013.
15. Moore L, Stelfox HT, Turgeon AF et al. Rates, patterns, and determinants of unplanned readmission after traumatic injury: a multicenter cohort study. *Ann Surg* 2014;259:374-80.

16. Ministère de la Santé et des Services Sociaux. Cadre normatif du système MED-ÉCHO. Available at: <http://msssa4.msss.gouv.qc.ca/fr/document/publication.nsf/0/581d207c3ed564a7852574bf005283de?OpenDocument>. Accessed May 10, 2013.
17. Chang DC, Bass RR, Cornwell EE, Mackenzie EJ. Undertriage of elderly trauma patients to state-designated trauma centers. *Arch Surg* 2008;143:776-81.
18. Hameed SM, Schuurman N, Razek T et al. Access to trauma systems in Canada. *J Trauma* 2010;69:1350-61.
19. Hsia RY, Wang E, Saynina O et al. Factors associated with trauma center use for elderly patients with trauma: a statewide analysis, 1999-2008. *Arch Surg* 2011;146:585-92.
20. Osler T, Rutledge R, Deis J, Bedrick E. ICISS: an international classification of disease-9 based injury severity score. *J Trauma* 1996;41:380-6.
21. Stephenson S, Henley G, Harrison JE, Langley JD. Diagnosis based injury severity scaling: investigation of a method using Australian and New Zealand hospitalisations. *Inj Prev* 2004;10:379-83.
22. Quan H, Sundararajan V, Halfon P et al. Coding algorithms for defining comorbidities in ICD-9-CM and ICD-10 administrative data. *Med Care* 2005;43:1130-9.
23. Ciesla DJ, Tepas JJ, 3rd, Pracht EE et al. Fifteen-year trauma system performance analysis demonstrates optimal coverage for most severely injured patients and identifies a vulnerable population. *J Am Coll Surg* 2013;216:687-95.
24. Ciesla DJ, Sava JA, Kennedy SO et al. Trauma patients: you can get them in, but you can't get them out. *Am J Surg* 2008;195:78-83.
25. Moore L, Lavoie A, Le Sage N et al. Consensus or data-derived anatomic injury severity scoring? *J Trauma* 2008;64:420-6.
26. Fang J. Using SAS® Procedures FREQ, GENMOD, LOGISTIC, and PHREG to Estimate Adjusted Relative Risks – A Case Study. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.353.2357&rep=rep1&type=pdf>. Accessed Dec 14, 2013.
27. Petersen MR, Deddens JA. A comparison of two methods for estimating prevalence ratios. *BMC Med Res Methodol* 2008;8:9.
28. Tonidandel S, LeBreton J. Relative Importance Analysis: A Useful Supplement to Regression Analysis. *J Bus Psychol* 2011;26:1-9.
29. Haas B, Xiong W, Brennan-Barnes M et al. Overcoming barriers to population-based injury research: development and validation of an ICD10-to-AIS algorithm. *Can J Surg* 2012;55:21-6.
30. Utter GH, Maier RV, Rivara FP et al. Inclusive trauma systems: do they improve triage or outcomes of the severely injured? *J Trauma* 2006;60:529-35.
31. Hsia RY, Wang E, Torres H et al. Disparities in trauma center access despite increasing utilization: data from California, 1999 to 2006. *J Trauma* 2010;68:217-24.

32. Institut national d'excellence en santé et services sociaux (INESSS). Continuum de services en traumatologie. Available at: <http://fecst.inesss.qc.ca/fr/apropos/historique.html>. Accessed Apr 5, 2013.
33. Gomez D, Haas B, Doumouras AG et al. A population-based analysis of the discrepancy between potential and realized access to trauma center care. *Ann Surg* 2013;257:160-5.
34. Lane P, Sorondo B, Kelly JJ. Geriatric trauma patients-are they receiving trauma center care? *Acad Emerg Med* 2003;10:244-50.
35. Hsia RY, Shen Y. Changes in Geographical Access to Trauma Centers for Vulnerable Populations in the United States. *Health Aff (Project Hope)* 2011;30:1912-20.
36. Lambert L, Blais C, Hamel D et al. Evaluation of care and surveillance of cardiovascular disease: can we trust medico-administrative hospital data? *Can J Cardiol* 2012;28:162-8.
37. Rothman KJ, Greenland S, Lash TL. *Modern epidemiology*. 3rd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.

Table 1. Description of the study population

Variables		N (%)	Access N (%)	Major trauma (ICISS<0.85) N (% access)
Overall		135 653 (100)	101 265 (74.65)	25 522 (90.01)
Gender	Female	63 639 (46.91)	45 259 (71.12)	9 065 (85.89)
	Male	72 014 (53.09)	56 006 (77.77)	16 457 (92.28)
Age	16 – 64	83 106 (61.26)	64 630 (77.77)	15 147 (94.51)
	65 – 74	16 544 (12.20)	12 435 (75.16)	3 373 (89.83)
	75 – 84	20 936 (15.43)	14 507 (69.29)	4 229 (83.71)
	≥ 85	15 067 (11.11)	9 693 (64.33)	2 773 (75.26)
ICISS	0.99 – 1.0	45 932 (33.86)	30 860 (67.19)	-
	0.9 – 0.98999	56 911 (41.95)	41 544 (73.00)	-
	0.85 – 0.89999	7 288 (5.37)	5 889 (80.80)	-
	0.8 – 0.84999	5 040 (3.72)	4 233 (83.99)	5 040 (83.99)
	0.7 - 0.79999	8 418 (6.21)	7 316 (86.91)	8 418 (86.91)
	0.5 – 0.69999	6 194 (4.57)	5 733 (92.56)	6 194 (92.56)
	< 0.5	5 870 (4.33)	5 690 (96.93)	5 870 (96.93)
Comorbidities	None	95 460 (70.37)	73 552 (77.05)	17 307 (93.64)
	Myocardial infarction	3 096 (2.28)	2 065 (66.70)	774 (81.65)
	Congestive heart failure	3 669 (2.70)	2 373 (64.68)	811 (76.70)
	Peripheral vascular disease	4 339 (3.20)	3 052 (70.34)	857 (81.33)
	Cerebrovascular disease	3 309 (2.44)	2 276 (68.78)	969 (79.88)
	Dementia	6 363 (4.69)	3 980 (62.55)	1 242 (73.19)
	Chronic pulmonary disease	12 819 (9.45)	8 929 (69.65)	2 216 (82.67)
	Connective tissue disease-rheumatic disease	1 779 (1.31)	1 176 (66.10)	280 (81.07)
	Peptic ulcer disease	429 (0.32)	276 (64.34)	117 (82.91)
	Mild liver disease	2 416 (1.78)	1 608 (66.56)	587 (83.82)
	Cancer	2 506 (1.85)	1 715 (68.44)	544 (75.92)
	Moderate or severe liver disease	380 (0.28)	235 (61.84)	98 (81.63)
	Metastatic carcinoma	625 (0.46)	438 (70.08)	129 (72.09)
	Renal disease	7 881 (5.81)	5 246 (66.57)	1 418 (76.59)
	Paraplegia and hemiplegia	1 685 (1.24)	1 207 (71.63)	551 (81.49)
	Diabetes with complications	1 544 (1.14)	933 (60.43)	247 (76.11)
Diabetes without complications	13 855 (10.21)	9 718 (70.14)	2 617 (83.49)	
Injury mechanism	Motor vehicle collision	27 146 (20.01)	24 659 (90.84)	10 398 (97.52)
	Falls	80 867 (59.61)	57 727 (71.39)	12 064 (84.04)
	Penetrating	12 928 (9.53)	8 926 (69.04)	1 059 (91.88)
	Other	14 712 (10.85)	9 953 (67.65)	2 001 (85.96)
Day of admission	During week	96 859 (71.40)	72 123 (74.46)	17 725 (89.33)
	Week-end	38 794 (28.60)	29 142 (75.12)	7 139 (91.56)
Number of trauma diagnoses	1	77 947 (57.46)	53 181 (68.23)	4 128 (75.58)
	2	27 394 (20.19)	20 839 (76.07)	4 309 (81.74)
	≥3	30 312 (22.35)	27 245 (89.88)	17 085 (95.58)
Body region of the most severe injury*	Head and neck	23 950 (17.66)	19 589 (81.79)	15 199 (89.12)
	Spine and upper back	10 789 (7.95)	8 519 (78.96)	1 524 (92.06)
	Torso (thorax, abdomen, pelvis, lower back)	24 791 (18.28)	19 105 (77.06)	7 681 (91.94)
	Upper and lower extremity	74 935 (55.24)	53 052 (70.80)	821 (81.85)
Region of residence	Metropolitan Montreal	55 998 (41.28)	35 416 (63.25)	9 877 (84.42)
	Other metropolitan regions (n> 100 000)	24 960 (18.40)	16 557 (66.33)	4 647 (86.92)
	Towns (10 000 to 100 000)	20 324 (14.98)	19 016 (93.56)	3 589 (97.13)
	Small towns and rural areas (<10 000)	34 371 (25.34)	30 276 (88.09)	7 409 (95.95)
Year of admission	2006 – 2007	44 742 (32.98)	33 525 (74.93)	8 058 (90.59)
	2008 – 2009	44 622 (32.90)	33 407 (74.87)	8 469 (89.80)
	2010 – 2011	46 289 (34.12)	34 333 (74.17)	8 995 (89.68)

* 1,188 patients (0.9%) had injuries which were unclassifiable by body region.

Table 2. Determinants of access to the trauma system

Variables		Adjusted RR (95% IC) for all patients	Adjusted RR (95% IC) for major trauma (ICISS<0.85)
Gender	Female	1.00	1.00
	Male	1.07 (1.05 – 1.09)	1.30 (1.21 – 1.40)
Age	16 – 54	1.00	1.00
	55 – 64	0.93 (0.91 – 0.96)	0.88 (0.77 – 1.01)
	65 – 74	0.92 (0.90 – 0.95)	0.90 (0.79 – 1.04)
	75 – 84	0.80 (0.77 – 0.82)	0.76 (0.68 – 0.86)
	≥ 85	0.72 (0.70 – 0.74)	0.61 (0.54 – 0.70)
ICISS	0.99 – 1.0	1.00	-
	0.9 – 0.9899	1.18 (1.15 – 1.20)	-
	0.85 – 0.8999	1.34 (1.28 – 1.41)	-
	0.8 – 0.8499	1.62 (1.52 – 1.72)	1.00
	0.7 – 0.7999	2.24 (2.11 – 2.38)	1.26 (1.15 – 1.38)
	0.5 – 0.6999	2.95 (2.70 – 3.23)	1.41 (1.26 – 1.58)
	< 0.5	6.42 (5.53 – 7.45)	2.47 (2.06 – 2.96)
Comorbidities	None	1.00	1.00
	Myocardial infarction	0.92 (0.88 – 0.96)	0.96 (0.83 – 1.11)
	Congestive heart failure	0.89 (0.86 – 0.93)	0.86 (0.76 – 0.97)
	Peripheral vascular disease	0.96 (0.92 – 1.01)	0.84 (0.74 – 0.96)
	Cerebrovascular disease	0.94 (0.89 – 0.99)	0.89 (0.79 – 1.01)
	Dementia	0.93 (0.91 – 0.96)	0.83 (0.75 – 0.91)
	Chronic pulmonary disease	0.77 (0.73 – 0.82)	0.81 (0.74 – 0.89)
	Connective tissue disease-rheumatic disease	0.84 (0.80 – 0.89)	0.80 (0.64 – 0.99)
	Peptic ulcer disease	0.83 (0.74 – 0.93)	0.92 (0.65 – 1.30)
	Mild liver disease	0.77 (0.73 – 0.82)	0.70 (0.58 – 0.85)
	Cancer	0.90 (0.85 – 0.95)	0.75 (0.64 – 0.89)
	Moderate or severe liver disease	0.84 (0.74 – 0.95)	1.05 (0.67 – 1.64)
	Metastatic carcinoma	1.01 (0.89 – 1.14)	0.90 (0.66 – 1.22)
	Renal disease	0.94 (0.91 – 0.97)	0.82 (0.74 – 0.91)
	Paraplegia and hemiplegia	0.86 (0.80 – 0.93)	0.69 (0.59 – 0.82)
Diabetes with complications	0.79 (0.74 – 0.83)	0.75 (0.61 – 0.92)	
Diabetes without complications	0.95 (0.93 – 0.98)	0.91 (0.83 – 0.99)	
Injury mechanism	Motor vehicle collision	1.00	1.00
	Falls	0.56 (0.54 – 0.59)	0.40 (0.34 – 0.46)
	Penetrating	0.41 (0.40 – 0.43)	0.41 (0.33 – 0.52)
	Other	0.44 (0.42 – 0.46)	0.30 (0.26 – 0.35)
Day of admission	During week	1.00	1.00
	Week-end	0.97 (0.95 – 0.99)	1.06 (0.98 – 1.15)
Number of trauma diagnoses	1	1.00	1.00
	2	1.17 (1.14 – 1.20)	1.19 (1.09 – 1.30)
	≥3	1.73 (1.66 – 1.79)	2.63 (2.34 – 2.96)
Body region of the most severe injury	Lower extremity	1.00	1.00
	Head and neck	0.74 (0.72 – 0.77)	1.26 (1.09 – 1.46)
	Spine and upper back	1.09 (1.05 – 1.13)	1.87 (1.54 – 2.27)
	Torso (thorax, abdomen)	0.84 (0.82 – 0.87)	1.26 (1.09 – 1.45)
	Upper extremity	0.87 (0.85 – 0.88)	0.74 (0.29 – 1.89)
	Unclassifiable by body region	0.83 (0.73 – 0.92)	2.50 (1.23 – 5.09)

Region of residence	Metropolitan Montreal	1.00	1.00
	Other metropolitan regions (n> 100 000)	1.07 (1.05 – 1.09)	1.10 (1.02 – 1.20)
	Towns(n=10 000 to 100 000)	5.64 (5.36 – 5.95)	5.14 (4.23 – 6.24)
	Small towns and rural areas (n<10 000)	2.81 (2.73 – 2.90)	2.98 (2.65 – 3.35)
Year of Admission	2006	1.00	1.00
	2007	0.99 (0.96 – 1.01)	0.91 (0.80 – 1.02)
	2008	1.00 (0.97 – 1.03)	0.94 (0.83 – 1.06)
	2009	1.03 (1.00 – 1.06)	1.10 (0.97 – 1.25)
	2010	1.01 (0.98 – 1.04)	1.17 (1.04 – 1.33)
	2011	1.01 (0.98 – 1.04)	1.05 (0.93 – 1.18)

RR: Risk Ratio; ICISS: International Classification of diseases Injury Severity Score; RHEUM= Connective tissue disease-rheumatic disease.

Figure 1. Access to trauma system by socio-administrative regions for major trauma (ICISS<0.85)

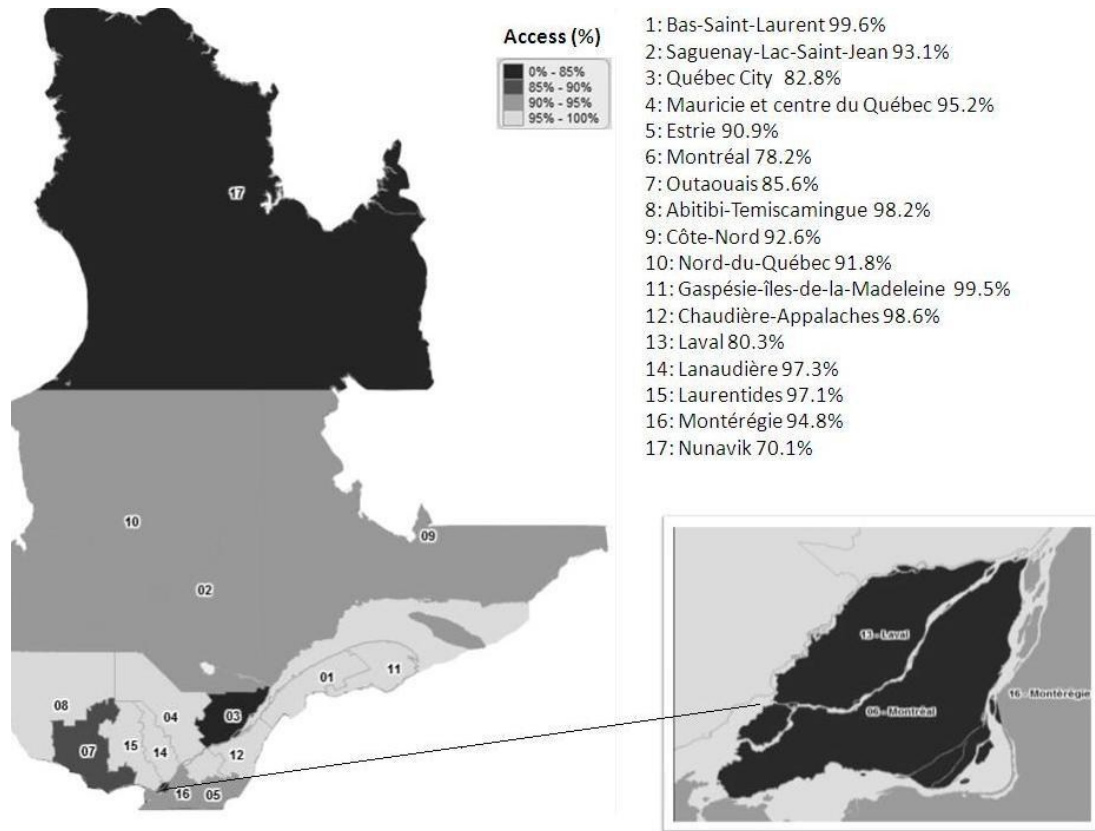
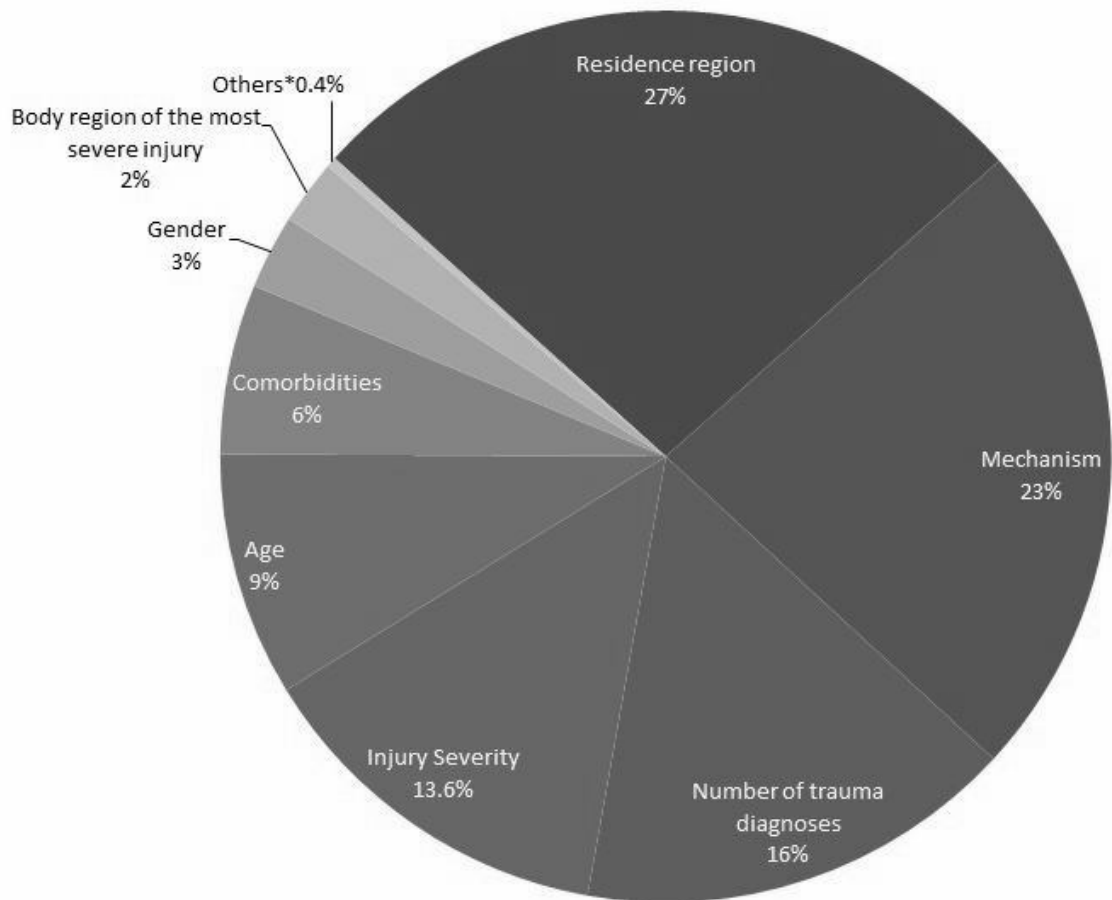


Figure 2. Relative importance of determinants of access to specialized trauma care for major trauma (ICISS<0.85)



* Year of admission and day of admission.

CHAPITRE V. Influence of access to an integrated trauma system on in-hospital mortality and length of stay

Brice L. Batomen Kuimi MSc^{1,2,3}, Lynne Moore PhD^{1,2}, Brahim Cissé MSc^{1,2}, Mathieu Gagné Msc^{1,2,3}, André Lavoie PhD^{1,2}, Gilles Bourgeois MD⁴, Jean Lapointe MD⁴

¹Department of Social and Preventative Medicine, Université Laval, Québec (Qc), Canada; ²Axe Santé des Populations et Pratiques Optimales en Santé (Traumatologie-Urgence-Soins intensifs), Centre de Recherche du CHU de Québec - Hôpital de l'Enfant-Jésus, Université Laval, Québec (QC), Canada; ³Institut National de Santé Publique du Québec (Qc); ⁴Institut National d'Excellence en Santé et en Services Sociaux, Montréal, (QC), Canada.

Financial support: Canadian Institutes of Health Research: young investigator award [LM] and research grant [LM; #110996]; Fonds de la recherche du Québec - Santé: young investigator award [LM].

Key words: Injury, access to care, Mortality, Trauma system, Length of stay

Résumé

Nous avons conduit une étude de cohorte rétrospective pour évaluer les effets de l'accès à un système de traumatologie intégré sur la mortalité et la durée de séjour. Tous les adultes admis pour traumatisme majeur dans les hôpitaux du Québec ont été inclus. Les effets de l'accès ont été évalués globalement et selon le type de traumatismes [traumatismes craniocérébraux (TCC), abdominaux/thoraciques, médullaires et orthopédiques]. Globalement, les patients n'ayant pas accès avaient une mortalité et durée de séjour similaires à celles des patients ayant accès. Cependant, nous avons observé une augmentation de 8% de la durée de séjour pour les TCC ayant accès (GMR=1.08; 95% IC, 1.02 – 1.14) et une réduction de 62% de la cote de mortalité pour les traumatismes abdominaux/thoraciques critiques (OR=0.38; 95% IC, 0.16 – 0.92). Le système de traumatologie du Québec semble remplir son mandat d'offrir des soins spécialisés aux patients qui en ont vraiment besoin.

Abstract

BACKGROUND:

Little data are available on the benefits of access to specialized trauma care in an integrated trauma system. We aimed to evaluate the influence of access to an integrate trauma system on in-hospital mortality and length of stay (LOS).

METHODS:

All adults admitted to acute care hospitals for major trauma (ICISS < 0.85) in a Canadian province with an integrated trauma system between 2006 and 2011 were included using an administrative hospital discharge database. The influence of access to an integrated trauma system on in-hospital mortality and LOS was assessed globally and for critically-injured patients (ICISS<0.75), according to the type of injury [traumatic brain (TBI), abdominal/thoracic, spine, orthopaedic] using logistic and linear multivariate regression models.

RESULTS:

We selected 22,749 admissions. In-hospital mortality was 7% and median LOS was 9 days for all injuries. Overall, 92% of patients had access to the trauma system. Globally and according to the type of injury, patients who did not have access had similar mortality and LOS compared to patients who had access. However, we observed a 62% (OR=0.38; 95% CI, 0.16 – 0.92) reduction in mortality for critical abdominal/thoracic injuries and an 8% (GMR=1.08; 95% CI, 1.02 – 1.14) increase of LOS for TBI patients treated within the trauma system.

CONCLUSIONS:

Results suggest that in an integrated mature trauma system, mortality and LOS for the small proportion of patients treated in non-designated centers are similar to those of patients treated in trauma centers. This study provides evidence that the Québec trauma system performs well in its mandate to offer appropriate treatment to victims of injury that require specialized care. However, more research is needed to explain differences observed for specific types of injuries.

INTRODUCTION

In Canada, injuries represent the leading cause of death during the first four decades of life (1). The benefits of access to a specialized trauma care facility have been fairly well demonstrated (2). Mortality and functional outcome following injury are better for patients treated in a trauma centers (TCs) compared to non-designated centers (NTCs) (2, 3).

However, research to date has evaluated the effects of access to exclusive trauma systems with only level I or II TCs (2, 4, 5), compared outcomes following the implementation of a trauma center model(6-9) or compared inclusive to non-inclusive trauma systems (10, 11). Little is known on the effects of access in integrated trauma systems which consist of a network of TCs that cover the whole health service territory and include service corridors with pre-hospital transport and inter-hospital transfer agreements (12, 13). Research has suggested that even in integrated trauma systems, up to 15% of major injuries in some areas are still treated in a non-designated hospital (14).

We aimed to assess the population-based influence of access to an integrated trauma system on in-hospital mortality and length of stay (LOS) for major trauma and critically-injured patients, globally and according to type of injury.

METHODS

Study design and setting

We conducted a population-based retrospective cohort study of all adults acute care admissions for major trauma from 2006 to 2011 in the province of Québec, Canada. With 8 million inhabitants, Québec is the second most populous province in Canada (15). The province has 110 health establishments (16), including 59 TCs. The Québec trauma system was instated in 1992 and involves regionalized care from urban level I TCs to rural community hospitals including: 6 level I, 4 level II, 21 level III and 28 Level IV (16). Designation levels are based on American College of Surgeons criteria (17). Standardized pre-hospital protocols ensure that major trauma cases are taken to these centers and standing agreements regulate interhospital transfers within the system (18).

Data sources and study population

Data were extracted from the provincial medico-administrative hospital discharge database (MED-ECHO), which contains information on all hospital admissions (19). Multiple admissions for the same traumatic event due to transfer were included according to their index admission, defined as the admission to the TC with the highest designation level or for patients with no TC admission, the admission with the longest length of stay.

Patients were eligible if they were 16 to 84 years of age and admitted for major injury, defined as a primary International Classification of Diseases (ICD) injury code between S00 and T14 and an ICD injury severity score (ICISS) under 0.85(20, 21). ICISS is an accurate method of estimating injury severity using ICD codes present in administrative data bases (22, 23) and it has been found to discriminate mortality better than other severity measures based on the Abbreviated Injury Scale (24, 25). We excluded Québec non-residents and patients older than 64 admitted for isolated hip fracture [defined by ICD-10 codes of S72.0, S72.1 and S72.2) with no secondary injuries of equal or greater severity.

Variables and measurement

The principal outcomes were in-hospital mortality, and hospital LOS. Access to the trauma system was defined either as transportation to a TC from the scene of accident or transfer to a TC from a non-designated hospital. Potential confounding factors were identified through the literature (2, 5, 17, 26-29) and consultation with the project steering committee comprising physician consultants responsible for the provincial trauma accreditation process, emergency department physicians, critical care physicians and trauma surgeons. These included gender, age, injury severity, number of comorbidities, mechanism of injury, body region of the most severe injury and geographical remoteness. Analyses were stratified by type of injury classified as traumatic brain

injury (TBI), abdominal/thoracic, spine and orthopaedic injuries. We used the body region of the most severe injury to determine the type of injury.

Statistical analyses

The categorization of continuous variables for analyses was supported by the literature (2, 5, 17). LOS was log-transformed and is presented using geometric means which are approximately equivalent to the median(30). LOS analyses were restricted to patients discharged alive.

We conducted multivariate logistic regression analyses to obtain odds ratios (OR) and 95% Confident Intervals (CI) of mortality. Multivariate linear regression analyses were used to obtain geometric mean ratios (GMR) and 95% CI of LOS. Analyses were performed for the whole study population, then stratified by type of injury and repeated for critical injuries defined as an ICISS <0.75.

Sensitivity analyses

To evaluate the robustness of our results, we first assessed the effect of access to the trauma system on mortality after excluding all deaths occurring within 24 hours of admission. Second, we evaluated the influence of access on LOS by attributing the maximum observed LOS to all fatalities. Third we repeated the linear regression model with LOS truncated at 90 days to assess the effect of outliers. Fourth we stratified analyses by age (<65; ≥65) as previous research has suggested that the benefits of specialized trauma care are less pronounced for geriatric patients (31, 32). Finally, we evaluated the influence of access to level I and II TCs by excluding patients admitted to level III and IV TCs.

Statistical significance was set at 5%, and all analyses were performed using SAS (version 9.3) software. The study was approved by the research ethics board of Laval University (CERUL).

RESULTS

Population characteristics

We extracted 22,749 major injury admissions during the study period, of which 5% were patients admitted more than once for independent traumatic events. Two third of cases were men, one third were 65 years of age or older, and 87% of patients were injured in a motor vehicle collision or fall. TBI was the most common type of injury. Overall 20,225 injury cases (88.9%) had direct access and 660 (2.9%) had indirect access to the trauma system. Almost 70% of patients who had access were treated in level I or II TCs. A total of 1,591(7%)

admissions resulted in death. Median LOS was 9 days with an inter-quartile range of 5-17 days (Table1). Patients with TBI had the highest in-hospital mortality rate and those with spine injuries, the longest median LOS compared to other types of injury. Mortality and LOS increased with increasing injury severity, age and the number of comorbidities (Table1). Access to the trauma system was higher for spine injuries and lower for orthopaedic injuries (Table2)

Multivariate analyses

There were no statistical significant differences in hospital mortality globally or according to the type of injury between major trauma patients who had access to the trauma system and those who did not (Table 2). We observed a statistically significant 62% reduction in the odds of mortality for patients with critical abdominal/thoracic injuries treated in the trauma system (Table 2). Overall, there was a non-significant increase in LOS for patients who had access to trauma care ($p=0.07$). Patients admitted to the trauma system for TBI had a statistically significant 8% increase in LOS, and those admitted for abdominal/thoracic injuries had a non-significant 7% decrease ($p=0.08$) (Table 3). In critically injured patients, LOS was similar overall and according to the type of injury in patients who had access compared to those who did not (Table 3).

Sensitivity analyses

Excluding deaths occurring within 24 hours of admission, led to similar adjusted odds ratios of death. Truncating LOS outliers and the assignment of the maximum LOS to in-hospital deaths did not lead to any significant changes in results. In addition, the restriction of analyses to access to level I and II TCs only led to similar OR of mortality and GMR of LOS. Finally, analyses stratified by age group revealed a statistically significant decrease in mortality for major thoracic/abdominal injuries (OR=0.37, 95% CI, 0.37 – 0.88) and an increase in LOS for all major trauma patients (GMR=1.12, 95% CI, 1.07 – 1.17).

DISCUSSION

The results of this population-based cohort-study suggest that in an integrated trauma system, where access to TCs is high, in-hospital mortality and LOS for patients who have access to specialized trauma care are similar to those who do not. However, we observed a 62% reduction in the odds of death for patients with critical abdominal/thoracic injuries and an 8% increase in LOS for patients with TBI.

Unlike our study, previous studies have observed important decreases in mortality associated with access to trauma care. However, these studies were conducted in exclusive trauma systems (2, 4), compared mortality

before and after implementation of trauma systems (6-9) or compared regions with an inclusive trauma system to those with an exclusive trauma system (10, 11). They therefore evaluated situations in which a high proportion of patients that may have benefited from access to trauma care were treated in NTCs. Discrepancies in results may also be partly explained by the high proportion of elderly patients in our population. Indeed, research has shown that TCs do not perform as well for geriatric patients as they do for young adults (31, 33) and we observed a significant reduction of odds of death for major abdominal/thoracic injuries in young adults but not in elderly patients.

Certain studies have observed a reduction in LOS following the implementation of trauma systems (6, 9, 32). However, an increase of 71% in costs for the initial hospitalization has been observed for patients treated in TCs versus NTCs (5). The higher LOS for TBI patients who had access observed in our study may be explained by delays in access to rehabilitation: 8.5% of TCs discharges were to rehabilitation facilities versus 0.8% in NTCs. Discharge delays have been reported to be largely due to difficulties in rehabilitation facility placement (34).

Strength and limitations

This is a population-based retrospective cohort, involving all provincial trauma admissions, and conducted in an universal health care setting with a mature, integrated trauma system. Moreover, we addressed the common problem of referral bias (due to the fact that patients treated in NTCs are older, present with more comorbidities and have less severe injuries compared to patients admitted in TCs) (2) by adjusting for age, injury severity, comorbidities and others factors likely to influence mortality and LOS.

While the use of administrative data sets enables population representativeness, these data sources have inherent limitations that should be considered in the interpretation of results. First, studies have shown that there is a probability of misclassification of TBI with ICD codes (35, 36). This selection bias would have led to an under-estimation of the mortality decrease, and LOS increase for TBI patients. In addition, the lack of clinical data in administrative data sets meant that we could not adjust for Glasgow Coma Scale or other indicators of physiological reaction to injury. This would again lead to an under-estimation of associations, particularly for TBI patients, because patients admitted to TCs are likely to have had greater physiological perturbations. Second, we only used LOS of the index admission which underestimates total acute care LOS by approximately 10% (29). Underestimation is likely to have been more pronounced for TCs due to inter-hospital transfer agreements, possibly leading to a slight underestimation of the increase in LOS for patients treated in TCs. Finally, the lack of power in subgroup analysis could have prevented us detecting clinically relevant associations.

The results of this study are unlikely to be generalizable to systems without universal healthcare, where the problem of access to care is omnipresent. However, they are likely to apply to universal healthcare systems with inclusive trauma systems that cover large and low populated territories such as those found in other Canadian provinces and in Australia.

CONCLUSION

The results of this study suggest that globally, in an integrated mature trauma system, mortality and LOS for the small proportion of patients treated in NTCs are similar to those of patients treated in TCs. This study therefore provides evidence that the Québec trauma system performs well in its mandate to offer appropriate treatment to victims of injury that require specialized care. However, we did observe 8% increase in LOS for TBI patients and a 62% reduction in the odds of mortality for critical abdominal/thoracic injuries treated in TCs. The lack of adjustment for physiological perturbations probably led to an underestimation of the decrease in mortality and of the increase in LOS in TBI patients. More research is needed to explain differences observed for specific types of injuries.

References

1. Trauma Association of Canada. Trauma system: accreditation guidelines. Available at: http://www.traumacanada.ca/accreditation_committee/Accreditation_Guidelines_2011.pdf. Accessed Mar 3, 2013.
2. MacKenzie EJ, Rivara FP, Jurkovich GJ et al. A national evaluation of the effect of trauma-center care on mortality. *N Engl J Med* 2006;354:366-78.
3. Mackenzie EJ, Rivara FP, Jurkovich GJ et al. The impact of trauma-center care on functional outcomes following major lower-limb trauma. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:101-9.
4. Durham R, Pracht E, Orban B et al. Evaluation of a mature trauma system. *Ann Surg* 2006;243:775-83.
5. MacKenzie EJ, Weir S, Rivara FP et al. The value of trauma center care. *J Trauma* 2010;69:1-10.
6. Lansink KW, Gunning AC, Spijkers AT, Leenen LP. Evaluation of trauma care in a mature level I trauma center in the Netherlands: outcomes in a Dutch mature level I trauma center. *World J Surg* 2013;37:2353-9.
7. Mullins RJ, Veum-Stone J, Hedges JR et al. Influence of a statewide trauma system on location of hospitalization and outcome of injured patients. *J Trauma* 1996;40:536-45.
8. Mullins RJ, Veum-Stone J, Helfand M et al. Outcome of hospitalized injured patients after institution of a trauma system in an urban area. *JAMA* 1994;271:1919-24.
9. Mann NC, Cahn RM, Mullins RJ et al. Survival among injured geriatric patients during construction of a statewide trauma system. *J Trauma* 2001;50:1111-6.
10. Arthur M, Newgard CD, Mullins RJ et al. A population-based survival assessment of categorizing level III and IV rural hospitals as trauma centers. *J Rural Health* 2009;25:182-8.
11. Utter GH, Maier RV, Rivara FP et al. Inclusive trauma systems: do they improve triage or outcomes of the severely injured? *J Trauma* 2006;60:529-35.
12. Société de l'assurance automobile Québec. Historique de la traumatologie à la SAAQ. Available at: www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/0948704.pdf. Accessed Mar 14, 2014.
13. Lansink KW, Leenen LP. Do designated trauma systems improve outcome? *Curr Opin Crit Care* 2007;13:686-90.
14. Batomen B, Moore L, Cisse B, Gagne M. Access to a Canadian integrated trauma system: A population-based cohort study. *Ann Surg* (Submitted)2014.
15. Institut de la statistique Québec. Population, Québec et Canada, 1851-2012. Available at: <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/population-demographie/structure/index.html>. Accessed Jan 2, 2014.
16. Ministère de la Santé et des Services Sociaux. Établissements: sommaire provincial et régional selon les mission-classe-type. Available at: <http://wpp01.msss.gouv.qc.ca/appl/M02/M02SommmPermisEtab.asp>. Accessed Mar 3, 2014.

17. Moore L, Turgeon AF, Emond M et al. Definition of mortality for trauma center performance evaluation: a comparative study. *Crit Care Med* 2011;39:2246-52.
18. Moore L, Thomas Stelfox H, Turgeon AF et al. Rates, Patterns, and Determinants of Unplanned Readmission After Traumatic Injury: A Multicentre Cohort Study. *Ann Surg* 2013.
19. Ministère de la Santé et des Services Sociaux. Cadre normatif du système MED-ÉCHO. Available at: <http://msssa4.msss.gouv.qc.ca/fr/document/publication.nsf/0/581d207c3ed564a7852574bf005283de?OpenDocument>. Accessed May 10, 2013.
20. Ciesla DJ, Tepas JJ, 3rd, Pracht EE et al. Fifteen-year trauma system performance analysis demonstrates optimal coverage for most severely injured patients and identifies a vulnerable population. *J Am Coll Surg* 2013;216:687-95.
21. Ciesla DJ, Pracht EE, Cha JY, Langland-Orban B. Geographic distribution of severely injured patients: implications for trauma system development. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;73:618-24.
22. Osler T, Rutledge R, Deis J, Bedrick E. ICISS: an international classification of disease-9 based injury severity score. *J Trauma* 1996;41:380-6.
23. Stephenson S, Henley G, Harrison JE, Langley JD. Diagnosis based injury severity scaling: investigation of a method using Australian and New Zealand hospitalisations. *Inj Prev* 2004;10:379-83.
24. Meredith JW, Evans G, Kilgo PD et al. A comparison of the abilities of nine scoring algorithms in predicting mortality. *J Trauma* 2002;53:621-8.
25. Hannan EL, Waller CH, Farrell LS, Cayten CG. A comparison among the abilities of various injury severity measures to predict mortality with and without accompanying physiologic information. *J Trauma* 2005;58:244-51.
26. Bergeron E, Lavoie A, Moore L et al. Comorbidity and age are both independent predictors of length of hospitalization in trauma patients. *Can J Surg* 2005;48:361-6.
27. Bugaev N, Arabian S, Rabinovici R. Admission patterns of stable patients with isolated orthopedic or neurosurgical injuries. *J Trauma Acute Care Surg* 2013;74:1151-5.
28. Nathens AB, Jurkovich GJ, Maier RV et al. Relationship between trauma center volume and outcomes. *JAMA* 2001;285:1164-71.
29. Moore L, Stelfox HT, Turgeon AF et al. Hospital Length of Stay After Admission for Traumatic Injury in Canada: A Multicenter Cohort Study. *Ann Surg* 2014.
30. Daly L, Bourke GJ. Interpretation and uses of medical statistics. 5th ed. Oxford, England: Wiley Blackwell; 2000.
31. Moore L, Turgeon AF, Sirois MJ, Lavoie A. Trauma centre outcome performance: a comparison of young adults and geriatric patients in an inclusive trauma system. *Injury* 2012;43:1580-5.
32. Stammers J, Williams D, Hunter J et al. The impact of trauma centre designation on open tibial fracture management. *Ann R Coll Surg Engl* 2013;95:184-7.

33. Jacobs DG. Special considerations in geriatric injury. *Curr Opin Crit Care* 2003;9:535-9.
34. Hwabejire JO, Kaafarani HM, Imam AM et al. Excessively long hospital stays after trauma are not related to the severity of illness: let's aim to the right target! *JAMA surgery* 2013;148:956-61.
35. Bellner J, Jensen SM, Lexell J, Romner B. Diagnostic criteria and the use of ICD-10 codes to define and classify minor head injury. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003;74:351-2.
36. Kim Y, Jung KY, Kim CY et al. Validation of the International Classification of Diseases 10th Edition-based Injury Severity Score (ICISS). *J Trauma* 2000;48:280-5.

Table 1. Characteristics of the study population

Variables		N (%)	Mortality (%)	LOS † (median Q1-Q3)
Overall		22 749 (100)	1 591 (7.0)	9 (5 – 17)
Access to trauma care	Yes	20 885 (91.81)	1 454 (6.96)	8 (4 – 17)
	No	1 864 (8.19)	137 (7.35)	9 (5 – 17)
Gender	Female	7 252 (31.88)	504 (6.95)	10 (5 – 18)
	Male	15 497 (68.12)	1 087 (7.0)	8 (4 – 17)
Age	16 – 54	11 686 (51.37)	447 (3.83)	7 (4 – 15)
	55 – 64	3 461 (15.21)	222 (6.41)	9 (5 – 17)
	65 – 74	3 373 (14.83)	302 (8.95)	10 (5 – 19)
	75 – 84	4 229 (18.59)	620 (14.66)	13 (7 – 23)
ICISS	0.8 – 0.8499	4 279 (19.75)	128 (3.0)	7 (4 – 13)
	0.7 – 0.7999	7 276 (31.98)	324 (4.45)	7 (4 – 14)
	0.5 – 0.6999	5 676 (24.95)	293 (5.16)	9 (5 – 16)
	< 0.5	5 518 (24.26)	846 (15.33)	15 (8 – 29)
Type of injury	TBI	13 240 (58.20)	1 302 (9.83)	8 (4 – 17)
	Spine	1 331 (5.85)	66 (4.96)	12 (6 – 24)
	Torso (thorax, abdomen)	7 012 (30.82)	196 (2.80)	9 (5 – 16)
	Upper/Lower extremities	729 (3.22)	16 (2.19)	11 (7 – 18)
	Other	437 (1.92)	11 (2.52)	8 (4 – 15)
Injury mechanism	Motor vehicle collision	10 216 (44.91)	567 (5.55)	9 (5 – 18)
	Fall	9 565 (42.05)	864 (9.03)	9 (5 – 18)
	Penetrating	1 042 (4.58)	46 (4.41)	7 (4 – 13)
	Other	1 926 (8.47)	114 (7.17)	7 (3.5 – 13)
Area of residence	Metropolitan Montreal	8 640 (37.98)	654 (7.57)	9 (5 – 19)
	Other metropolitan regions (n > 100 000)	4 076 (17.92)	316 (7.75)	9 (5 – 18)
	Towns (10 000 to 100 000)	3 162 (13.90)	220 (6.96)	8 (4 – 16)
	Small towns (<10 000)	6 871 (30.20)	401 (5.84)	8 (4 – 16)
Number of comorbidities	None	16 402 (72.10)	869 (5.30)	8 (4 – 15)
	1	3 977 (17.48)	359 (9.03)	11 (6 – 22)
	2	1 492 (6.56)	199 (13.34)	14 (7 – 26)
	≥3	878 (3.86)	164 (18.68)	17 (9 – 29)

† N=21,158 with deaths excluded.

LOS: Length of stay

Table 2. Odds ratios of in-hospital mortality associated with access to trauma care

Major Injuries (ICISS<0.85)				
	Total (N)	Access (%)	Mortality (%)	Adjusted* OR (95% CI)
All‡	22 749	91.8	7.0	1.02 (0.83 – 1.25)
TBI	13 240	91.0	9.8	0.99 (0.79 – 1.23)
Abdomen/thorax	7 012	93.2	2.0	0.64 (0.37 – 1.12)
Upper/Lower extremities	729	86.0	2.2	3.07 (0.35 – 26.62)
Spine	1 331	94.1	5.0	1.44 (0.45 – 4.60)
Critical Injuries (ICISS<0.75)				
All‡	15 444	93.7	9.1	0.91 (0.73 – 1.15)
TBI	10 625	92.0	11.4	0.95 (0.75 – 1.21)
Abdomen/thorax	3 920	97.8	3.6	0.38 (0.16 – 0.92)
Upper/Lower extremities	168	94.6	2.4	‡
Spine	605	98.3	6.9	0.35 (0.06 – 2.14)

*Adjusted for age, gender, injury severity, injury mechanism, area of residence, number of comorbidities, and ‡ body region of the most severe injury.

‡N too low to obtain estimates.

ICISS: International Classification of diseases Injury Severity

Table 3. Acute care length of stay (LOS) associated with access to trauma care

Major Injuries (ICISS<0.85)				
	Total (N)	Access (%)	LOS Median (Q1 -Q3)	GMR *(95% IC)
All*	21 1158	91.8	9 (5 – 17)	1.04 (1.00 – 1.08)
TBI	11 938	90.9	8 (4 – 17)	1.08 (1.02 – 1.14)
Abdomen/thorax	6 816	93.3	9 (5 – 16)	0.93 (0.87 – 1.01)
Upper/Lower extremities	713	85.8	11 (7 – 18)	1.08 (0.91 - 1.28)
Spine	1 265	94.1	12 (6 – 24)	1.01 (0.81 – 1.28)
Critical Injuries (ICISS<0.75)				
All*	14 046	93.9	10 (5 – 20)	1.01 (0.95 – 1.07)
TBI	9 419	92.0	10 (5 – 20)	1.01 (0.94 – 1.08)
Abdomen/thorax	3 781	97.9	10 (6 – 18)	0.88 (0.75 – 1.04)
Upper/Lower extremities	164	94.5	16 (10 – 24)	1.24 (0.72 – 2.15)
Spine	563	98.8	14 (7 – 29)	1.75 (0.84 – 3.63)

*Adjusted for age, gender, injury severity, injury mechanism, area of residence, number of comorbidities, number of injuries and *body region of the most severe injury.

ICISS: International Classification of diseases Injury Severity

CHAPITRE VI. DISCUSSION

6.1 Résumé des résultats en lien avec la littérature

Nous avons observé un pourcentage très élevé d'accès au système traumatologie, 75% pour toute la population et 90% pour les traumatismes majeurs. L'accès aux centres de niveau I et II pour les patients admis pour traumatismes majeurs et critiques était respectivement de 62 et 70%. Le mécanisme du traumatisme, le nombre de blessures, la sévérité du traumatisme étaient les déterminants les plus importants de l'accès au système de traumatologie, indiquant que les traumatismes les plus sévères sont pris en charge dans le système. Cependant, les associations entre l'accès et l'âge, le sexe ainsi que le lieu de résidence, indiquent un problème d'accès pour les personnes âgées (les patients de plus de 65 ans avaient 25% moins accès que ceux de moins de 54 ans), les femmes (23% moins accès que les hommes) et en zones urbaines (3 fois moins accès qu'en zones rurales). Toutefois, lorsqu'on regardait uniquement l'accès aux centres de niveau I et II, il était plus élevé dans les zones urbaines que les zones rurales. Nous n'avons pas observé globalement, d'associations significatives entre l'accès et les issues de santé (mortalité et durée de séjour hospitalières). Toutefois, pour certains types de traumatismes, nous avons observé des différences significatives. Ainsi, pour les traumatismes abdominaux/thoraciques critiques ayant accès on observait une baisse de 62% de la cote de mortalité. La durée de séjour hospitalier pour les TCC était 8% plus élevée pour les patients ayant accès. L'avantage de l'accès en termes de mortalité semblait plus important pour les patients plus jeunes que pour ceux de plus de 65 ans et n'était pas plus grand quand on regardait uniquement les centres de haut niveau (I et II).

Le pourcentage élevé d'accès comparé aux autres études s'explique par le fait que ces études (12, 15-18) ne regardaient l'accès qu'aux centres de niveau I et/ou II et étaient pour la plupart conduites dans des systèmes de traumatologie exclusifs. Lorsqu'on regardait uniquement l'accès aux centres de niveau I et II pour les traumatismes majeurs et critiques, nous observions des proportions d'accès semblables à celles d'une étude conduite aux États-Unis examinant l'accès dans les systèmes de traumatologie intégrés (12). L'âge, le sexe, la sévérité, le mécanisme et les comorbidités ont tous déjà été identifiés comme déterminants de l'accès aux centres de traumatologie (3, 11, 17-22) dans des systèmes exclusifs. L'accès moins élevé chez les personnes âgées (>65 ans) et les femmes concorde avec la littérature (17, 19) et peut s'expliquer par le fait que le personnel des services pré-hospitaliers et des centres non-désignés aurait une capacité moindre à identifier les cas de traumatismes sévères chez ces patients (qui sont plus sujets à des mécanismes à bas impact tels que les chutes de sa hauteur) et à les transférer vers les centres de traumatologie (55). Cependant le fait que l'accès était moins élevé en régions urbaines qu'en régions rurales, va à l'encontre des précédentes études (11, 20). Ceci s'explique par le fait que ces études évaluaient l'accès aux centres de niveau I / II dans des

systèmes de traumatologie exclusifs. Effectivement, l'accès était plus élevé en zones urbaines qu'en zones rurales lorsque seuls les centres de niveau I et II étaient pris en compte dans les analyses. Les études précédentes ont montré d'importantes diminutions de la mortalité due à l'accès (13, 25-30, 32). Cependant, elles comparaient pour la plupart les centres de niveau I / II avec des centres non désignés ou les périodes pré et post implantation des systèmes de traumatologie. Ainsi, les différences méthodologiques et le pourcentage élevé d'accès aux centres de traumatologie observé peuvent expliquer les discordances entre nos résultats et ceux de la littérature.

6.2 Validité interne

6.2.1 Biais de sélection

La qualité des données de la base MED-ECHO a pu entraîner un biais de sélection.

La qualité des données englobe l'exactitude et la complétude (56, 57). L'exactitude des données signifie que les cas rapportés dans la base MED-ECHO d'une maladie donnée décrivent effectivement la maladie selon les critères diagnostiques définis. La complétude, signifie que tous ceux qui présentent l'ensemble des critères diagnostiques d'une maladie dans la population sont étiquetés comme tels dans la base. La complétude peut être exprimée dans notre situation comme la probabilité qu'un patient admis pour traumatisme dans un centre hospitalier soit retrouvé dans la base.

Par conséquent, une mauvaise exactitude peut entraîner l'inclusion des patients non-victimes de traumatisme dans nos études. Ces patients n'ayant pas besoin de soins spécialisés en traumatologie entraineraient une sous-estimation de l'accès au système de traumatologie. Toutefois, une étude réalisée dans le cadre de l'évaluation des soins et de la surveillance des maladies cardiovasculaires (58) a démontré que les données de la base MED-ECHO sont en général codées de manière fiable et se comparent favorablement à la revue clinique du dossier médical.

Une mauvaise complétude peut entraîner la non-inclusion de patients potentiellement éligibles. Si ces derniers ont des caractéristiques sociodémographiques, mécanismes et types de traumatisme, probabilité d'accès aux centres de traumatologie, et des taux de mortalité différents de ceux inclus, on pourrait avoir une sous ou surestimation des associations observées. Cependant, nous pensons avoir une bonne complétude, car comme mentionné plus haut (section 3.1.2), la base MED-ÉCHO permet l'évaluation de la consommation des services hospitaliers dans une perspective de remboursement ou d'attribution de budget.

Seules 418 (0,3%) admissions ont été exclues pour données manquantes. Ces patients n'avaient pas d'information sur le lieu de résidence, mais nous ne pensons pas que l'exclusion de si peu de patients ait pu influencer nos résultats (ANNEXE 1).

Pour évaluer l'influence de l'accès sur la mortalité et la durée de séjour hospitalières, l'inclusion des patients était basée sur le seuil d'ICISS<0.85 pour sélectionner les traumatismes majeurs. Or, comme mentionné plus haut (section 3.1.4.1), le fait qu'on ne puisse pas présumer que les probabilités de survie externes puissent s'appliquer de manière exacte et précise dans une autre population aurait pu entraîner une misclassification des traumatismes majeurs. De plus, il existe une misclassification probable de certains types de traumatismes (particulièrement les TCC) par les codes CIM-10 (59, 60). Ces sources de misclassification auraient pu conduire à une sous-estimation des associations observées, particulièrement pour les TCC.

6.2.2 Biais de confusion

Une liste de facteurs potentiellement confondants a été identifiée à travers la littérature et la consultation des médecins impliqués dans l'organisation des soins en traumatologie au Québec: le sexe, l'âge, la race, le lieu de résidence, les comorbidités, le mécanisme du traumatisme, le nombre de diagnostics de traumatismes, la sévérité du traumatisme, les perturbations physiologiques et la région du corps de la blessure la plus sévère.

Nous étions dans l'impossibilité d'ajuster pour les perturbations physiologiques dues aux traumatismes et la race, car la base de données MED-ECHO ne contient pas d'informations sur ces variables. Toutefois, il existe une faible disparité raciale dans la province (61), ainsi le manque d'ajustement pour la race serait peu problématique. Cependant, le manque d'ajustement pour l'état physiologique des patients à l'admission est plus préoccupant, car la littérature montre que les issues de santé suite à un traumatisme dépendent de la sévérité des lésions anatomiques (qui peut être mesurée par l'ICISS, l' AIS et l'ISS), des perturbations physiologiques (score de Glasgow, pression artérielle, rythme respiratoire, bolus) et de la réserve du patient (âge, sexe, comorbidités). Ce concept peut se résumer par la formule suivante (62, 63):

Issue de santé = sévérité des lésions anatomiques + perturbations physiologiques + réserve fonctionnelle du patient.

Étant donné qu'il est fort probable que les patients ayant accès au système de traumatologie présentent des perturbations physiologiques plus importantes que ceux qui sont traités dans des centres non désignés, le manque d'ajustement pour ces perturbations pourrait entraîner une sous-estimation des associations observées entre l'accès aux centres de traumatologie, la mortalité et la durée de séjour surtout chez les TCC.

Le reste des facteurs à savoir le sexe, l'âge, le lieu de résidence, les comorbidités, le mécanisme du traumatisme, le nombre de diagnostics de traumatismes, la sévérité du traumatisme, la région du corps de la blessure la plus sévère, ont tous été mesurés et incluent dans nos analyses. Toutefois, de la confondance résiduelle a pu subsister pour la sévérité du traumatisme et les comorbidités. La non-indépendance de l'impact des blessures multiples d'un patient sur sa survie fait partie des limites de l'ICISS lorsqu'il est calculé de façon traditionnelle (45). Ainsi on assiste à une surestimation de la sévérité du traumatisme chez les patients présentant des blessures multiples, qui en outre sont plus à même d'être admis dans des centres de traumatologie. En ce qui concerne les comorbidités, des études ont montré qu'elles ne sont pas reportées de manière régulière dans les bases de données (64, 65). Toutefois, rien ne laisse croire que cette sous-retranscription des comorbidités différerait selon que les patients ont accès ou non aux centres de traumatologie. On est alors en présence dans les deux situations d'une confondance résiduelle dont les effets sur les mesures d'associations observées seraient difficiles à déterminer.

6.2.3 Biais d'information

La mesure de la sévérité du traumatisme est possiblement une source de biais d'information dans notre étude. Comme mentionné à la section 3.1.4.1, nous avons utilisé des probabilités de survie australiennes, qui ont été obtenues de façon traditionnelle. Or, une étude montre que l'ICISS obtenu par le produit des probabilités de survie traditionnelles prédit moins bien la mortalité que lorsqu'il est obtenu par le produit de probabilités de survie indépendantes (44). Cependant vu que les erreurs dans la mesure de la sévérité ne devraient pas dépendre de la désignation du centre d'admission, nous pensons qu'elles auraient pu entraîner une sous-estimation des rapports de risques d'accès aux centres de traumatologie, des rapports de cotes de la mortalité hospitalière et des rapports de moyennes géométriques de durée de séjour observés.

La misclassification probable de certains TCC par les codes CIM-10 (59, 60) qui a pu entraîner un biais de sélection (section 6.2.1) lors de l'évaluation de l'influence de l'accès sur la mortalité et la durée de séjour hospitalières a aussi pu causer un biais d'information non différentiel lors de l'identification des déterminants de l'accès. Ce biais aurait pour conséquence une sous-estimation des rapports de risques obtenus.

Malgré ces limites, des études montrent que l'ICISS reste le meilleur outil de prédiction de la mortalité pour les victimes de traumatismes avec ou sans l'aide des mesures physiologiques comparé aux autres outils de mesure de la sévérité des traumatismes (AIS, APS, ISS, NISS, TRISS) (66-68). De plus, une étude a montré que même si les erreurs dans les codes CIM-10 des blessures sont présentes dans les bases de données

administratives, leurs conséquences sur la catégorisation des blessures sont modérées et celles sur l'estimation de la gravité des traumatismes sont dans la plupart des cas mineures (69).

Nous avons évalué la mortalité hospitalière, car nous n'avions pas accès au registre de décès de la province pour pouvoir évaluer la mortalité sur une période fixe (par exemple à 30 jours). Or, une étude a montré que la corrélation entre la mortalité hospitalière et la mortalité globale est forte pour les patients de moins de 65 ans, mais faible pour les patients âgés (70). Cela s'explique par le fait qu'une proportion significative des décès chez les personnes âgées suite à un traumatisme survient après la sortie d'hôpital (71, 72). Ainsi, vu que 1/3 des traumatismes majeurs inclus dans notre étude avait plus de 65 ans, on aurait possiblement sous-estimé les avantages de l'accès au système de traumatologie. On a effectivement observé un avantage plus important en termes de survie chez les patients de moins de 65 ans.

6.3 Puissance

La grande taille d'échantillon et la faible colinéarité entre nos déterminants ont contribué à améliorer la précision de nos résultats lors de l'identification des déterminants les plus importants de l'accès par des analyses de poids relatif (52).

Lors de l'évaluation de l'effet de l'accès sur la mortalité hospitalière, nous avons recensé 1 591 cas de décès, et dans notre modèle logistique, nous avons 30 prédicteurs représentant les différents niveaux de catégorisation de nos 8 variables indépendantes. En effectuant le rapport nombre de décès / nombre de prédicteurs, nous obtenons un résultat de 53 décès par prédicteur, qui est largement supérieur au minimum de 10 événements par prédicteur recommandé pour les modèles de régressions logistiques (73). Cependant, nous avons manqué de puissance pour les analyses par type de traumatismes, particulièrement pour les traumatismes orthopédiques et médullaires où nous avons pu manquer des associations cliniquement significatives.

Nous avons conduit des analyses de régressions linéaires pour comparer la durée de séjour hospitalier entre les patients ayant accès au système de traumatologie et ceux traités dans des centres non désignés. Le nombre élevé d'admissions (21 158) inclus dans l'étude nous permet de respecter le seuil d'au moins 20 observations par prédicteur (74). Toutefois, lors des analyses par type de traumatismes chez les cas critiques (ICISS<0,75) nous avons manqué de puissance pour les traumatismes orthopédiques et médullaires. Là aussi, nous avons pu manquer des associations cliniquement significatives.

6.4 Considérations statistiques

Comme détaillé dans la section 3.1.3.3, nous avons choisi une admission index pour les admissions multiples liées au même événement. Toutefois, nous pensons que la faible proportion d'admissions multiples pour des événements indépendants (respectivement 11% et 5% pour toutes les admissions et chez les traumatismes majeurs) durant la période d'étude n'a pas pu avoir un impact majeur lors de l'exécution des modèles de régressions multivariées utilisés.

Les données présentaient un caractère hiérarchique. Cependant, vu qu'il s'agit d'une étude populationnelle avec l'inclusion de tous les d'adultes (16 ans et plus) admis pour traumatisme dans un centre de soins aigus de la province du Québec, nous avons jugé approprié de ne pas en tenir compte. Néanmoins, lors de l'évaluation de l'effet de l'accès sur la mortalité et de la durée de séjour nous avons réalisé comme analyses de sensibilité des modèles de régressions ajustés pour l'effet multicentrique et les résultats étaient similaires à ceux que nous avons observés (données non présentées).

6.5 Validité externe

Nous avons conduit une étude populationnelle, ce qui nous a permis de recenser toutes les admissions pour traumatisme survenues dans la province. Nous avons donc une très bonne représentation de la situation des patients victimes de traumatismes dans la province du Québec.

Le Québec dispose d'un système de santé universel, et couvre un grand territoire géographique souvent peu habité. Les résultats de ce projet ne sont donc généralisables qu'aux pays ou états qui possèdent des systèmes de traumatologie inclusifs où l'accès aux soins de santé est universel. Ainsi, nos résultats peuvent s'appliquer dans les autres provinces canadiennes telles que la Colombie-Britannique, l'Alberta et certains états australiens (New South Wales, South Australia et Victoria) qui ont des configurations semblables au Québec.

Conclusion

Dans un système de traumatologie intégré et mature, l'accès aux centres de traumatologie est très élevé et la petite proportion de patients n'ayant pas accès présente une mortalité ainsi qu'une durée de séjour hospitalières similaires à celles des patients traités dans le système. Cependant, nous avons observé des différences selon le type de traumatismes. Ainsi les TCC majeurs admis dans le système de traumatologie avaient une légère augmentation de la durée de séjour hospitalier comparée à ceux traités dans des centres non désignés. Les patients victimes de traumatismes abdominaux/thoraciques critiques ayant accès au système avaient une réduction de 62% de la mortalité hospitalière.

Ces études montrent que le système de traumatologie du Québec semble bien fonctionner en offrant des soins spécialisés aux patients qui en ont vraiment besoin. Toutefois l'accès était moins élevé chez les personnes âgées et les femmes. Bien que les patients résidant en régions urbaines avaient plus accès aux centres de niveau I et II que les patients résidant en régions rurales, ils avaient globalement moins accès au système de traumatologie. L'accès aux centres de traumatologie devrait être suivi dans le cadre de l'amélioration de la qualité des activités et des directives spécifiques doivent être établies pour s'assurer que le lieu de résidence, l'âge et le sexe ne soient plus des obstacles à l'accès aux soins de traumatologie.

Nous n'avons pas évalué si les patients qui ont accès au système de traumatologie reçoivent leurs soins définitifs au niveau le plus approprié. Cette question devrait être explorée dans des projets de recherches futures.

Bibliographie

1. World Health Organization. Injuries and violence :the fact. Available at: http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599375_eng.pdf. Accessed Apr 5, 2013.
2. Trauma Association of Canada. Trauma system: accreditation guidelines. Available at: http://www.traumacanada.ca/accreditation_committee/Accreditation_Guidelines_2011.pdf. Accessed mar 3, 2013.
3. Lawson FL, Schuurman N, Oliver L, Nathens AB. Evaluating potential spatial access to trauma center care by severely injured patients. Health Place 2013;19:131-7.
4. Société de l'assurance automobile Québec. Historique de la traumatologie à la SAAQ. Available at: www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/0948704.pdf. Accessed march 14, 2014.
5. Institut national d'excellence en santé et services sociaux (INESS). Continuum de services en traumatologie. Available at: <http://fecst.inesss.qc.ca/fr/apropos/historique.html>. Accessed april 5, 2013.
6. Celso B, Tepas J, Langland-Orban B et al. A systematic review and meta-analysis comparing outcome of severely injured patients treated in trauma centers following the establishment of trauma systems. J Trauma 2006;60:371-8; discussion 8.
7. Lansink KW, Leenen LP. Do designated trauma systems improve outcome? Curr Opin Crit Care 2007;13:686-90.
8. American College of Surgeons. The Resources for Optimal Care of the Injured Patient:2006
Available at: <http://www.facs.org/trauma/optimalcare.pdf>. Accessed Apr 6, 2013.
9. Institut national d'excellence en santé et en service sociaux (INESS). Les caractéristiques, l'historique et l'implantation du continuum de services en traumatologie du Québec (1991-2012). Montréal2012. p. 85.
10. Ministère de la Santé et des Services Sociaux. Établissements: sommaire provincial et régional selon les mission-classe-type. Available at: <http://wpp01.msss.gouv.qc.ca/appl/M02/M02SommPermisEtab.asp>. Accessed Mar 3, 2014.

11. Hameed SM, Schuurman N, Razek T et al. Access to trauma systems in Canada. *J Trauma* 2010;69:1350-61.
12. Utter GH, Maier RV, Rivara FP et al. Inclusive trauma systems: do they improve triage or outcomes of the severely injured? *J Trauma* 2006;60:529-35; discussion 35-37.
13. Arthur M, Newgard CD, Mullins RJ et al. A population-based survival assessment of categorizing level III and IV rural hospitals as trauma centers. *The Journal of rural health : official journal of the American Rural Health Association and the National Rural Health Care Association* 2009;25:182-8.
14. Delprado AM. Trauma systems in Australia. *J Trauma Nurs* 2007;14:93-7.
15. Ciesla DJ, Pracht EE, Cha JY, Langeland-Orban B. Geographic distribution of severely injured patients: implications for trauma system development. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;73:618-24.
16. Nathens AB, Jurkovich GJ, MacKenzie EJ, Rivara FP. A resource-based assessment of trauma care in the United States. *J Trauma* 2004;56:173-8.
17. Gomez D, Haas B, de Mestral C et al. Gender-associated differences in access to trauma center care: A population-based analysis. *Surgery* 2012;152:179-85.
18. Gomez D, Haas B, de Mestral C et al. Institutional and provider factors impeding access to trauma center care: an analysis of transfer practices in a regional trauma system. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;73:1288-93.
19. Scheetz LJ. Trauma center versus non-trauma center admissions in adult trauma victims by age and gender. *Prehosp Emerg Care* 2004;8:268-72.
20. Hsia RY, Wang E, Saynina O et al. Factors associated with trauma center use for elderly patients with trauma: a statewide analysis, 1999-2008. *Arch Surg* 2011;146:585-92.
21. Chang DC, Bass RR, Cornwell EE, Mackenzie EJ. Undertriage of elderly trauma patients to state-designated trauma centers. *Arch Surg* 2008;143:776-81; discussion 82.
22. Hsia RY, Wang E, Torres H et al. Disparities in trauma center access despite increasing utilization: data from California, 1999 to 2006. *J Trauma* 2010;68:217-24.

23. Gomez D, Haas B, Doumouras AG et al. A population-based analysis of the discrepancy between potential and realized access to trauma center care. *Ann Surg* 2013;257:160-5.
24. Stuke LE, Duchesne JC, Greiffenstein P et al. Not all mechanisms are created equal: a single-center experience with the national guidelines for field triage of injured patients. *J Trauma Acute Care Surg* 2013;75:140-5.
25. MacKenzie EJ, Rivara FP, Jurkovich GJ et al. A national evaluation of the effect of trauma-center care on mortality. *N Engl J Med* 2006;354:366-78.
26. Durham R, Pracht E, Orban B et al. Evaluation of a mature trauma system. *Ann Surg* 2006;243:775-83; discussion 83-5.
27. Lansink KW, Gunning AC, Spijkers AT, Leenen LP. Evaluation of trauma care in a mature level I trauma center in the Netherlands: outcomes in a Dutch mature level I trauma center. *World J Surg* 2013;37:2353-9.
28. Mullins RJ, Veum-Stone J, Hedges JR et al. Influence of a statewide trauma system on location of hospitalization and outcome of injured patients. *J Trauma* 1996;40:536-45; discussion 45-6.
29. Mullins RJ, Veum-Stone J, Helfand M et al. Outcome of hospitalized injured patients after institution of a trauma system in an urban area. *JAMA : the journal of the American Medical Association* 1994;271:1919-24.
30. Mackenzie EJ, Rivara FP, Jurkovich GJ et al. The impact of trauma-center care on functional outcomes following major lower-limb trauma. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:101-9.
31. Stammers J, Williams D, Hunter J et al. The impact of trauma centre designation on open tibial fracture management. *Ann R Coll Surg Engl* 2013;95:184-7.
32. Mann NC, Cahn RM, Mullins RJ et al. Survival among injured geriatric patients during construction of a statewide trauma system. *J Trauma* 2001;50:1111-6.
33. MacKenzie EJ, Weir S, Rivara FP et al. The value of trauma center care. *J Trauma* 2010;69:1-10.
34. Ministère de la Santé et des Services Sociaux. Maintenance et exploitation des données pour l'étude de la clientèle hospitalière. Available at:

<http://www.informa.msss.gouv.qc.ca/Details.aspx?Id=YtVfJMsEMRY=&Source=/divmYIVYBQ=>. Accessed May, 07 2014, 2014.

35. Ministère de la Santé et des Services Sociaux. Cadre normatif du système MED-ÉCHO. Available at: <http://msssa4.msss.gouv.qc.ca/fr/document/publication.nsf/0/581d207c3ed564a7852574bf005283de?OpenDocument>. Accessed may 10, 2013.

36. Moore L, Lavoie A, Sirois MJ et al. Evaluating trauma center process performance in an integrated trauma system with registry data. *J Emerg Trauma Shock* 2013;6:95-105.

37. Osler T, Baker SP, Long W. A modification of the injury severity score that both improves accuracy and simplifies scoring. *J Trauma* 1997;43:922-5; discussion 5-6.

38. Copes WS, Champion HR, Sacco WJ et al. The Injury Severity Score revisited. *J Trauma* 1988;28:69-77.

39. MacKenzie EJ, Shapiro S, Eastham JN. The Abbreviated Injury Scale and Injury Severity Score. Levels of inter- and intrarater reliability. *Med Care* 1985;23:823-35.

40. 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;14:187-96.

41. Osler T, Rutledge R, Deis J, Bedrick E. ICISS: an international classification of disease-9 based injury severity score. *J Trauma* 1996;41:380-6.

42. Kilgo PD, Osler TM, Meredith W. The worst injury predicts mortality outcome the best: rethinking the role of multiple injuries in trauma outcome scoring. *J Trauma* 2003;55:599-606; discussion -7.

43. Kim Y, Jung KY. Utility of the international classification of diseases injury severity score: detecting preventable deaths and comparing the performance of emergency medical centers. *J Trauma* 2003;54:775-80.

44. Meredith JW, Kilgo PD, Osler TM. Independently derived survival risk ratios yield better estimates of survival than traditional survival risk ratios when using the ICISS. *J Trauma* 2003;55:933-8.

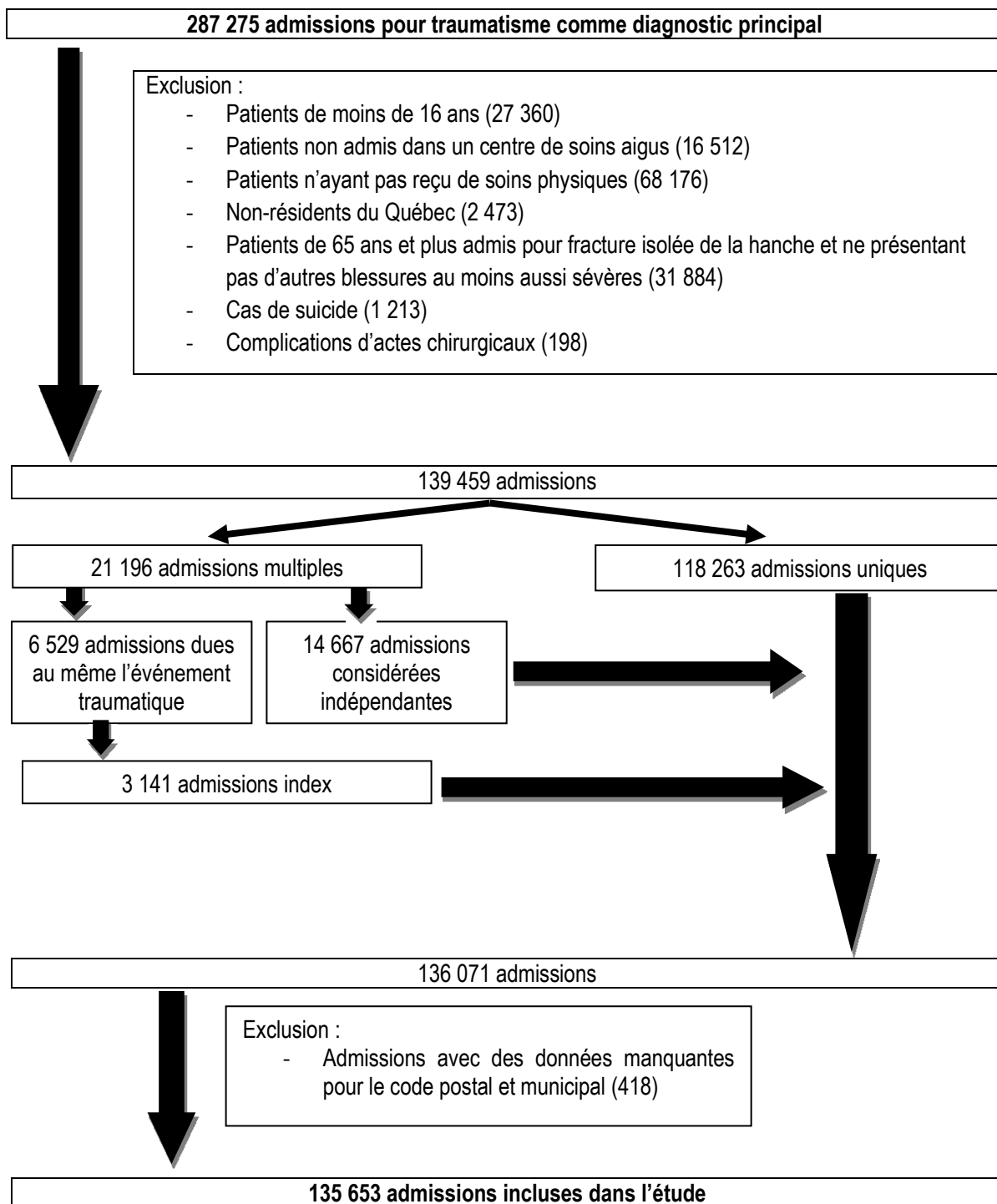
45. Expert Group on Injury Severity Measurement. Discussion document on injury severity measurement in administrative datasets. National Center for Health Statistics, CDC: 2004.

46. Ciesla DJ, Tepas JJ, 3rd, Pracht EE et al. Fifteen-year trauma system performance analysis demonstrates optimal coverage for most severely injured patients and identifies a vulnerable population. *J Am Coll Surg* 2013;216:687-95.
47. Stephenson S, Henley G, Harrison JE, Langley JD. Diagnosis based injury severity scaling: investigation of a method using Australian and New Zealand hospitalisations. *Inj Prev* 2004;10:379-83.
48. Deddens JA, Petersen MR. Re: "Estimating the relative risk in cohort studies and clinical trials of common outcomes". *Am J Epidemiol* 2004;159:213-4; author reply 4-5.
49. Fang J. Using SAS® Procedures FREQ, GENMOD, LOGISTIC, and PHREG to Estimate Adjusted Relative Risks – A Case Study. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.353.2357&rep=rep1&type=pdf>. Accessed Dec 14, 2013.
50. Deddens JA, Petersen MR, Lei X, editors. Estimation of prevalence ratios when PROC GENMOD does not converge. *SAS User Group International Proceed*; 2003.
51. Petersen MR, Deddens JA. A comparison of two methods for estimating prevalence ratios. *BMC Med Res Methodol* 2008;8:9.
52. Tonidandel S, LeBreton J. Relative Importance Analysis: A Useful Supplement to Regression Analysis. *Journal of Business and Psychology* 2011;26:1-9.
53. Budescu DV. Dominance analysis: A new approach to the problem of relative importance of predictors in multiple regression. *Psychological Bulletin* 1993;114:542.
54. Johnson JW. A heuristic method for estimating the relative weight of predictor variables in multiple regression. *Multivariate Behavioral Research* 2000;35:1-19.
55. Lane P, Sorondo B, Kelly JJ. Geriatric trauma patients-are they receiving trauma center care? *Acad Emerg Med* 2003;10:244-50.
56. Rothman KJ, Greenland S, Lash TL. *Modern epidemiology*. 3rd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.

57. Knight SA. A conceptual Framework for Investigating Information Quality in information Systems. Information & records management annual. 2008 ed: M. Pember & R.Cowan 2008.
58. Lambert L, Blais C, Hamel D et al. Evaluation of care and surveillance of cardiovascular disease: can we trust medico-administrative hospital data? *Can J Cardiol* 2012;28:162-8.
59. Kim Y, Jung KY, Kim CY et al. Validation of the International Classification of Diseases 10th Edition-based Injury Severity Score (ICISS). *J Trauma* 2000;48:280-5.
60. Bellner J, Jensen SM, Lexell J, Romner B. Diagnostic criteria and the use of ICD-10 codes to define and classify minor head injury. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003;74:351-2.
61. Moore L, Turgeon AF, Sirois MJ et al. Influence of socioeconomic status on trauma center performance evaluations in a Canadian trauma system. *J Am Coll Surg* 2011;213:402-9.
62. Osler T. Injury severity scoring: perspectives in development and future directions. *Am J Surg* 1993;165:43S-51S.
63. Osler TM, Glance LG, Bedrick EJ. Chapter 3 - Injury severity scoring: its definition and practical application. In: Asensio JA, Trunkey DD, eds. *Current Therapy of Trauma and Surgical Critical Care*. Philadelphia: Mosby; 2008: 10-21.
64. Milzman DP, Boulanger BR, Rodriguez A et al. Pre-existing disease in trauma patients: a predictor of fate independent of age and injury severity score. *J Trauma* 1992;32:236-43; discussion 43-4.
65. Hannan EL, Mendeloff J, Farrell LS et al. Multivariate models for predicting survival of patients with trauma from low falls: the impact of gender and pre-existing conditions. *J Trauma* 1995;38:697-704.
66. Hannan EL, Waller CH, Farrell LS, Cayten CG. A comparison among the abilities of various injury severity measures to predict mortality with and without accompanying physiologic information. *J Trauma* 2005;58:244-51.
67. Meredith JW, Evans G, Kilgo PD et al. A comparison of the abilities of nine scoring algorithms in predicting mortality. *J Trauma* 2002;53:621-8; discussion 8-9.
68. Hannan EL, Farrell LS, Gorthy SF et al. Predictors of mortality in adult patients with blunt injuries in New York State: a comparison of the Trauma and Injury Severity Score (TRISS) and the International Classification of Disease, Ninth Revision-based Injury Severity Score (ICISS). *J Trauma* 1999;47:8-14.

69. Bergstrom MF, Byberg L, Melhus H et al. Extent and consequences of misclassified injury diagnoses in a national hospital discharge registry. *Inj Prev* 2011;17:108-13.
70. Moore L, Turgeon AF, Emond M et al. Definition of mortality for trauma center performance evaluation: a comparative study. *Crit Care Med* 2011;39:2246-52.
71. Clark DE, Anderson KL, Hahn DR. Evaluating an inclusive trauma system using linked population-based data. *J Trauma* 2004;57:501-9.
72. Mullins RJ, Mann NC, Hedges JR et al. Adequacy of hospital discharge status as a measure of outcome among injured patients. *JAMA* 1998;279:1727-31.
73. Vittinghoff E, McCulloch CE. Relaxing the rule of ten events per variable in logistic and Cox regression. *Am J Epidemiol* 2007;165:710-8.
74. Green SB. How Many Subjects Does It Take To Do A Regression Analysis. *Multivariate Behavioral Research* 1991;26:499-510.

Annexe 1 : Sélection de la population d'étude



Annexe 2: Determinants of access to Level I and II trauma centers

Variables		Adjusted RR* (95% IC) for Major trauma	Adjusted RR* (95% IC) for *Critical trauma
Gender	Female	1.00	1.00
	Male	1.14 (1.11 – 1.17)	1.15 (1.10 – 1.20)
Age	16 – 54	1.00	1.00
	55 – 64	0.93 (0.89 – 0.97)	0.91 (0.85 – 0.98)
	65 – 74	0.94 (0.89 – 0.99)	0.93 (0.86 – 1.00)
	75 – 84	0.84 (0.81 – 0.88)	0.79 (0.73 – 0.84)
	≥ 85	0.73 (0.70 – 0.77)	0.65 (0.60 – 0.70)
ICISS	0.8 – 0.8499	1.00	-
	0.7 – 0.7999	1.07 (1.04 – 1.11)	1.00
	0.5 – 0.6999	1.20 (1.15 – 1.25)	0.98 (0.93 – 1.03)
	< 0.5	2.97 (2.76 – 3.21)	2.34 (2.15 – 2.55)
Comorbidities[†]	None	1.00	1.00
	Congestive heart failure	0.92 (0.87 – 0.98)	0.88 (0.80 – 0.97)
	Peripheral vascular disease	0.91 (0.86 – 0.96)	0.83 (0.77 – 0.91)
	Cerebrovascular disease	0.89 (0.84 – 0.95)	0.90 (0.83 – 0.99)
	Dementia	0.80 (0.76 – 0.84)	0.72 (0.67 – 0.77)
	Chronic pulmonary disease	0.86 (0.83 – 0.90)	0.87 (0.81 – 0.92)
	Connective tissue disease-rheumatic disease	0.89 (0.81 – 0.97)	0.82 (0.70 – 0.95)
	Mild liver disease	0.76 (0.70 – 0.81)	0.73 (0.65 – 0.82)
	Cancer	0.83 (0.77 – 0.90)	0.77 (0.68 – 0.87)
	Metastatic carcinoma	0.85 (0.73 – 1.00)	0.75 (0.60 – 0.94)
	Renal disease	0.86 (0.82 – 0.90)	0.77 (0.71 – 0.83)
	Diabetes with complications	0.87 (0.79 – 0.96)	0.82 (0.70 – 0.95)
	Diabetes without complications	0.95 (0.91 – 0.99)	0.94 (0.88 – 1.00)
Injury mechanism	Motor vehicle collision	1.00	1.00
	Falls	0.90 (0.87 – 0.94)	0.89 (0.84 – 0.94)
	Penetrating	0.93 (0.86 – 1.01)	1.01 (0.89 – 1.15)
	Other	1.02 (0.95 – 1.08)	1.07 (0.97 – 1.18)
Number of trauma diagnoses	1	1.00	1.00
	2	0.94 (0.90 – 0.98)	0.81 (0.76 – 0.87)
	≥3	1.17 (1.12 – 1.23)	1.10 (1.02 – 1.18)
Body region of the most severe injury	Upper and Lower extremity	1.00	1.00
	Head and neck	1.46 (1.37 – 1.55)	1.63 (1.39 – 1.91)
	Spine and upper back	2.43 (2.20 – 2.69)	3.98 (3.09 – 5.11)
	Torso (thorax, abdomen)	1.00 (0.94 – 1.06)	0.97 (0.83 – 1.14)
	Unclassifiable by body region	0.84 (0.76 – 0.93)	0.92 (0.67 – 1.25)
Region of residence	Metropolitan Montreal	1.00	1.00
	Other metropolitan regions (n> 100 000)	1.72 (1.62 – 1.83)	1.78 (1.63 – 1.94)
	Towns(n=10 000 to 100 000)	0.61 (0.59 – 0.63)	0.57 (0.54 – 0.61)
	Small towns and rural areas (n<10 000)	0.72 (0.69 – 0.74)	0.71 (0.67 – 0.74)
Year of Admission	2006	1.00	1.00
	2007	0.95 (0.91 – 1.00)	0.98 (0.91 – 1.06)
	2008	1.03 (0.98 – 1.08)	1.04 (0.97 – 1.13)
	2009	1.06 (1.01 – 1.12)	1.10 (1.02 – 1.19)
	2010	1.06 (1.01 – 1.12)	1.10 (1.02 – 1.19)
	2011	1.05 (1.00 – 1.11)	1.09 (1.01 – 1.17)

*risk ratio adjusted for all other variables in the table plus day of admission, [†] Only comorbidities which were statically significant predictors of access to care were presented.